



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



***Propriedades tecnológicas e aceitação
sensorial de produtos cárneos
empanados com alto teor de grãos
inteiros, farinhas, farelos e flocos de
cereais.***

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia de Alimentos, da
Universidade Estadual de Campinas,
para a obtenção do Título de
Doutora em Tecnologia de Alimentos

DANIELA CORDEIRO

Zootecnista

Prof^a. Dr^a. MARISE AP. R. POLLONIO

Orientadora

Campinas - SP

2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP**

C811p Cordeiro, Daniela
Propriedades tecnológicas e aceitação sensorial de
produtos cárneos empanados com alto teor de grãos
inteiros, farinhas, farelos e flocos de cereais / Daniela
Cordeiro. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Produtos cárneos. 2. Cereais. 3. Superfície de
resposta -Metodologia. 4. Métodos de cocção. 5.
Empanados (Alimentos) I. Pollonio, Marise Aparecida
Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Technological properties and sensory acceptance of breaded meat

Products with content of whole grains, flour, bran and flakes cereal

Palavras-chave em inglês (Keywords): Meat products, Cereal, Response surface methodology
Cooking methods

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Adriano Gomes Cruz

Judite das Graças Lapa Guimarães

Renata Maria dos Santos Celeghini

Roseli Aparecida Ferrari

Data da Defesa: 25/02/2011

Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Daniela Cordeiro aprovado pela comissão julgadora em 25/02/2011

Profa. Dra. Marise A. R. Pollonio
(Orientadora)

Prof. Dra. Roseli Aparecida Ferrari
(Membro)

Dra. Renata M. S. Celeghini
(Membro)

Profa. Dra. Judite Lapa Guimarães
(Membro)

Dr. Adriano da Cruz Gomes
(Membro)

Dr. Renato Grimaldi
(Membro)

Dra. Eliete Vaz de Faria
(Membro)

Dr. Expedito Tadeu Facco da Silveira
(Membro)

*“Embora ninguém possa voltar atrás e
fazer um novo começo, qualquer um pode
começar agora e fazer um novo fim”.*

(Francisco Cândido Xavier)

*Dedico este trabalho a Dirce Cortez,
minha mãe.*

AGRADECIMENTOS

À Deus

À minha família pelo apoio incondicional, especialmente a minha mãe, e os meus irmãos Junior, Darcio e minhas cunhadas Ingrid e Priscila.

Ao meu sobrinho terrível Bruno e a minha pequena Clara pela alegria que eles trouxeram na minha família.

À minha orientadora, Prof. Dra. Marise AP. Rodrigues Pollonio, pela amizade, orientação e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca.

As empresas SADIA, AGROPALMA e KERRY pela matéria-prima e ingredientes fornecidos.

À empresa KERRY DO BRASIL, que permitiu a realização do processamento em suas instalações.

Aos funcionários da KERRY, especialmente Andrea Viana e Marciel Nestri que contribuíram para a realização deste projeto.

As estagiárias e pós-graduandas Vanessa, Tatiana e Bibiana, pelo companherismo e momentos de risadas no decorrer deste trabalho.

À valiosa colaboração, nos laboratórios, Renata (Instrumentação), Ana Kon (Frutas) e Alessandra (Cereais).

Ao Prof. Dr. Pedro Felício e ao técnico de Laboratório Zé Roberto por me agüentarem todos os dias no laboratório e por todo o conhecimento que me passaram durante o doutorado.

Aos amigos do laboratório, Carol, Sergio, Paulo, Bibiana, Renata Nascimento, Claudia, Tatiana, Vanessa (flor 1), Tacyane (flor 2)....vou sentir falta de vocês

Aos meninos por me trazerem tantas alegrias durante o tempo de doutorado Atílio, Chicão, Cabelation, Diogo, Flávio, Marcio, Rogério, Rodrigo, Ficagna, Akira, Vitor, Eduardo.

Ao Thiago Taham pelo amor incondicional.

Ao Wilon pelos momentos de cumplicidade.

Ao meu amigo Bruno...nada vai acabar com a “amizade verdadeira”.

As meninas pela amizade, carinho e broncas merecidas Leilane, Milena, Meg, Mari, Bebel, Barbara, Adri, Ludmila, Letícia, Simone Aranha, Simone Monteiro.

À minha amiga de infância e atriz preferida Melissa dos Santos Lopes (Matula).

À Pagú, minha pequena e doce pagulina.

Ao GAAC (Grupo Apometrico Amor e Caridade) de Campinas.

À Universidade Estadual de Campinas e a Faculdade de Engenharia de Alimentos pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

Aos colegas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Unicamp.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro fundamental e indispensável para o desenvolvimento do projeto.

.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xix
RESUMO GERAL.....	xxi
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
CAPÍTULO I – <i>Revisão Bibliográfica</i>.....	05
1 Alimentos Funcionais.....	07
2. Definição de fibra alimentar e propriedades funcionais.....	08
2.1. Recomendação de consumo/ingestão de fibra alimentar	10
2.2 Legislação para fibra alimentar nos Alimentos.....	11
2.3. Propriedades tecnológicas das fibras alimentares.....	12
3. Cereais integrais como fonte de fibra alimentar.....	14
3.1 Grão integral	15
3.2 Processamento de grãos.....	17
3.2.1 Recepção do grão	18
3.2.2 Pré-limpeza, limpeza e seleção do grão	19
3.2.3 Descascamento	19
3.2.4 Estabilização	20
3.2.5 Corte	20
3.2.6 Flocagem	21
3.2.7 Moagem	21
3.3. Grãos de cereais e leguminosas utilizados na produção de alimentos industrializados	22
3.3.1 Aveia.....	22
3.3.2 Trigo.....	23
3.3.3 Cevada	24
3.3.4. Centeio.....	24
3.3.5 Arroz.....	25
3.3.6 Semente de linhaça.....	26
3.3.7 Quinoa.....	27
3.3.8 Soja.....	29
3.4 Utilização de cereais integrais em produtos cárneos.....	30
4. Produto cárneo reestruturado empanado.....	32
4.1 Processamento de empanados.....	34
4.1.1 Redução de tamanho.....	34
4.1.2 Mistura dos ingredientes.....	35
4.1.3 Moldagem.....	35
4.1.4 Sistema de empanamento.....	35
4.1.5 Pré-fritura.....	38
4.1.6 Congelamento.....	38
5. Métodos de cocção de produtos empanados.....	39
6 Análise sensorial em produtos empanados.....	41
7. Planejamento experimental.....	42

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
------------------------------------	----

CAPÍTULO II – Seleção de grãos de cereais para aplicação em produtos cárneos reestruturados.....	61
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	64
1 INTRODUÇÃO.....	65
2. OBJETIVOS.....	67
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	67
3.1. Elaboração de produto cárneo reestruturado com adição de diferentes cereais integrais e leguminosas.....	67
3.1.1 Caracterização de matéria-prima e ingredientes.....	67
3.1.2. Análises realizadas e processamento.....	68
a) Composição centesimal dos cereais integrais.....	68
b) Aplicação dos cereais integrais em produtos cárneos.....	70
c) Processamento de produto cárneo reestruturado adicionado de cereais.....	70
3.2 Avaliação sensorial dos produtos reestruturados de frango com 1% de cereais integrais.....	71
3.3. Elaboração de <i>blends</i> de cereais para adição em produto cárneo reestruturado de frango.....	74
3.3.1 Avaliação dos <i>blends</i>	75
a) Composição centesimal.....	75
b) Capacidade de retenção de água (CRA).....	75
3.3. Análise estatística.....	76
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.1. Composição centesimal de diferentes grãos de cereais.....	76
4.2. Avaliação sensorial dos reestruturados de frango com 1% de cereais integrais.....	80
4.3. Elaboração de <i>blends</i> de cereais para adição em produto cárneo reestruturado de frango.....	81
4.4. Avaliação da composição centesimal e CRA de <i>blends</i> de cereais e derivados.....	83
5. CONCLUSÕES.....	85
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

CAPÍTULO III – Utilização de blends de cereais em produtos cárneos reestruturados empanados: propriedades físico-químicas e sensoriais.....	91
RESUMO.....	93
ABSTRACT.....	94
1. INTRODUÇÃO.....	95
2. OBJETIVOS.....	97
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	97
3.1. Matéria-prima.....	97
3.2. Formulação dos <i>blends</i>	98
3.3. Delineamento Experimental.....	99

3.4. Processamento de produtos reestruturados empanados de frango com adição de cereais integrais.....	102
3.5. Avaliação das propriedades físico-químicas dos reestruturados empanados adicionados de cereais integrais.....	104
3.5.1 Determinação da porcentagem de umidade.....	104
3.5.2 Determinação do teor de lipídeos.....	105
3.5.3 Determinação de absorção de óleo.....	105
3.5.4 Determinação do pick-up.....	105
3.5.5 Avaliação de textura.....	106
3.5.6 Determinação de cor objetiva.....	107
3.5.7 Análise sensorial.....	108
3.5.8 Análise dos resultados.....	110
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	110
4.1. Teor umidade dos produtos empanado com adição de cereais.....	110
4.2 Determinação do teor de lipídeos e absorção de óleo dos produtos empanados com adição de cereais.....	114
4.3. Determinação de pick-up dos produtos empanados com adição de cereais.....	118
4.4 Determinação de textura dos produtos empanados com adição de cereais.....	120
4.5 Determinação da cor objetiva dos produtos empanados com adição de cereais.....	123
4.6 Análise sensorial dos produtos empanados com adição de cereais...	131
4.6.1 Aceitação e intenção de compra dos produtos empanados com adição de cereais.....	140
5. CONCLUSÕES.....	142
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143

CAPÍTULO IV – *Influência do método de cocção em produtos cárneos reestruturados empanados adicionado de blends de cereais integrais: propriedades físico-químicas e sensoriais.*

sensoriais.....	147
RESUMO.....	149
ABSTRACT.....	150
1. INTRODUÇÃO.....	151
2. OBJETIVO.....	154
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	154
3.1 Elaboração de reestruturado cárneo empanado com adição de <i>blends</i> de cereais integrais.....	154
3.1.1. Seleção de cereais.....	154
3.2 Processamento do reestruturado de frango empanado.....	156
3.3 Métodos de cocção.....	156
3.4. Análises realizadas.....	157
3.4.1 Teor de umidade.....	158
3.4.2 Teor de lipídios.....	158
3.4.3 Determinação de textura.....	158
3.4.4 Determinação de cor.....	159

3.4.5 Análise sensorial.....	159
3.4.6. Análise estatística.....	162
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	162
4.1 Teor de umidade.....	162
4.2 Teor de lipídios.....	163
4.3 Determinação de cor.....	165
4.4 Determinação de textura.....	167
4.5 Análise sensorial.....	168
5. CONCLUSÕES.....	173
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
CONCLUSÃO GERAL.....	179

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

Tabela 1. Formulação básica do produto cárneo reestruturado de frango.....	71
Tabela 2. Composição centesimal dos componentes derivados de cereais integrais e soja.....	77
Tabela 3. Médias das notas obtidas no teste de aceitação sensorial dos produtos de frango com adição de 1% de cereais integrais.....	81
Tabela 4. Formulação dos <i>blends</i>	82
Tabela 5. Capacidade de retenção de água dos cereais selecionados....	83
Tabela 6. Capacidade de retenção de água dos <i>blends</i>	84
Tabela 7. Composição centesimal dos <i>blends</i>	85

CAPITULO III

Tabela 1. Formulação dos <i>blends</i> de cereais.....	99
Tabela 2. Níveis das variáveis independentes do delineamento estatístico utilizados no estudo de adição de cereais e derivados em produto cárneo empanado.....	99
Tabela 3. Delineamento estatístico do tipo composto central rotacional 2^3 utilizados no estudo de adição de cereais e derivados em produto cárneo empanado.....	100
Tabela 4. Formulação dos reestruturados empanados do delineamento 2^3 e formulação controle (%).....	101
Tabela 5. Teor de umidade dos produtos empanados nas três etapas de processamento do delineamento experimental.....	111
Tabela 6. Análise dos efeitos para teor de umidade dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	112
Tabela 7. Análise de variância do modelo matemático para o teor de umidade do delineamento 2^3	113
Tabela 8. Teor de lipídeos e absorção de óleo dos produtos empanados fritos.....	115
Tabela 9. Análise dos efeitos para o teor de lipídeos dos produtos fritos do delineamento 2^3	116
Tabela 10. Análise de variância do modelo matemático para o teor de lipídeos dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	116
Tabela 11. Análise dos efeitos para o teor de lipídeos dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3	117
Tabela 12. Análise dos efeitos para a absorção de óleo dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	117
Tabela 13. Porcentagem de pick-up dos produtos empanados.....	119
Tabela 14. Análise dos efeitos para determinação de pick-up dos produtos empanados do delineamento 2^3	120
Tabela 15. Valores médios da força de cisalhamento de produtos empanados do delineamento 2^3	120
Tabela 16. Análise dos efeitos para força de cisalhamento dos produtos	

empanados do delineamento 2^3	122
Tabela 17. Análise de variância do modelo matemático para força de cisalhamento dos produtos empanados do delineamento 2^3	122
Tabela 18. Avaliação da cor objetiva dos produtos empanados pré-fritos.....	123
Tabela 19. Análise dos efeitos para o valor L^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3	124
Tabela 20. Análise de variância do modelo matemático para o valor L^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3	124
Tabela 21. Análise dos efeitos para o valor C^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3	125
Tabela 22. Análise de variância do modelo matemático para o valor C^* dos produtos empanados do delineamento 2^3	125
Tabela 23. Análise dos efeitos para o valor h dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3	127
Tabela 24. Avaliação da cor da cor objetiva para os produtos empanados fritos completos.....	128
Tabela 25. Análise dos efeitos para o valor L^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	129
Tabela 26. Análise de variância do modelo matemático para o valor L^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	129
Tabela 27. Análise dos efeitos para o valor C^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	130
Tabela 28. Análise de variância do modelo matemático para o valor C^* dos produtos empanados do delineamento 2^3	130
Tabela 29. Análise dos efeitos para o valor h dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3	131
Tabela 30. Médias das notas obtidas no teste de aceitação sensorial dos nuggets de frango com adição de <i>blends</i>	132
Tabela 31. Análise dos efeitos para o atributo aroma dos produtos empanados do delineamento 2^3	133
Tabela 32. Análise dos efeitos para o atributo cor externa dos produtos empanados do delineamento 2^3	134
Tabela 33. Análise de variância do modelo matemático para atributo cor externa dos produtos empanados do delineamento 2^3	134
Tabela 34. Análise dos efeitos para o atributo cor interna dos produtos empanados do delineamento 2^3	135
Tabela 35. Análise de variância do modelo matemático para o atributo cor interna dos produtos empanados do delineamento 2^3	135
Tabela 36. Análise dos efeitos para o atributo sabor dos produtos empanados do delineamento 2^3	138
Tabela 37. Análise de variância do modelo matemático para o atributo sabor dos produtos empanados do delineamento 2^3	138
Tabela 38. Análise dos efeitos para o atributo textura dos produtos empanados do delineamento 2^3	139
Tabela 39. Análise de variância do modelo matemático para o atributo textura dos produtos empanados do delineamento 2^3	139

Tabela 40. Análise dos efeitos para o atributo crocância dos produtos empanados do delineamento 2^3	140
Tabela 41. Análise de variância do modelo matemático o atributo crocância dos produtos empanados do delineamento 2^3	140
CAPÍTULO IV	
Tabela 1. Formulação dos <i>blends</i>	155
Tabela 2. Formulação do reestruturado de frango empanado adicionados de elevado teor de <i>blend</i> de cereais e formulação controle (%).....	155
Tabela 3. Teor de umidade (%) dos reestruturados empanados com 0% e 15% de <i>blend</i> de cereais submetidos aos diferentes métodos de cocção.....	163
Tabela 4. Teor de lipídeos dos produtos reestruturados empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção.....	164
Tabela 5. Avaliação da cor objetiva dos reestruturados empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção.....	165
Tabela 6. Valores de força de cisalhamento dos reestruturados empanados com adição de <i>blends</i> de cereais nos diferentes métodos de cocção.....	167
Tabela 7. Análise sensorial dos reestruturados empanados com adição de cereais nos diferentes métodos de cocção.....	170

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano (Fonte: SÁ et al.,1998).....	18
Figura 2. Corte longitudinal de um alimento empanado e suas camadas de empanamento.....	37

CAPÍTULO III

Figura 1. Ilustração do processamento dos reestruturados empanados com adição de cereais integrais. (a) bloco de peito de frango, (b) moagem, (c) misturadeira, (d) homogeneização, (e) adição de cereais, (f) massa, (g) e (h) moldagem, (i) pré-enfariamento, (j) esteira, (l) e (m) líquido de empanamento, (n) farinha de cobertura, (o) saída da pré-fritura, (p) pré-fritos.....	103
Figura 2. Fluxograma do processamento dos reestruturados empanados com adição de cereais integrais.....	104
Figura 3. Análise de textura – (a) probe e amostra para análise, (b) amostras dos produtos.....	106
Figura 4. Análise de cor – (a) amostra no momento da leitura, (b) amostras dos produtos fritos.....	107
Figura 5. Ficha utilizada pra teste de escala hedônica.....	109
Figura 6. Superfícies de resposta e curvas de contorno para a porcentagem de umidade dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 em função da combinação de <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de farinhas (a) e (b), <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de flocos (c) e (d) e do <i>blend</i> de farinhas e <i>blend</i> de flocos (e) e (f).....	114
Figura 7. Valores previstos X valores observados do teor de lipídeos dos produtos empanados pré-fritos pelo modelo ajustado.....	118
Figura 8. Valores previstos X valores observados da força de cisalhamento dos produtos empanados pelo modelo ajustado.....	122
Figura 9. Superfícies de resposta e curvas de contorno para o croma (C^*) do delineamento 2^3 , em função da <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de farinhas (a) e (b), <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de flocos (c) e (d) e do <i>blend</i> de farinhas e <i>blend</i> de flocos (e) e (f).....	126
Figura 10. Valores previstos X valores observados de L^* dos produtos empanados fritos pelo modelo ajustado.....	129
Figura 11. Valores previstos X valores observados de cor externa dos produtos empanados pelo modelo ajustado.....	134
Figura 12. Superfícies de resposta e curvas de contorno para o atributo cor interna do delineamento 2^3 , em função da <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de farinhas (a) e (b), <i>blend</i> de grãos e <i>blend</i> de flocos (c) e (d) e do <i>blend</i> de farinhas e <i>blend</i> de flocos (e) e (f).....	137
Figura 13. Fotos da cor interna dos produtos-(a) da esquerda para a direita formulações (F11, F9 e F13), (b) formulação F8.....	137
Figura 14. Histograma da porcentagem de aceitação global para os produtos empanados com adição de cereais.....	141

Figura 15. Histograma da porcentagem de intenção de compra para os produtos com adição de cereais.....	142
---	-----

CAPITULO IV

Figura 1. Equipamento utilizados no processo de cocção dos produtos empanados – (a) forno elétrico convencional (b) forno microondas (c) fritadeira elétrica e (d) cesta com produtos pré-fritos.....	157
--	-----

Figura 2. Análise de Textura – (a) amostra no momento da análise (b) produtos submetidos ao microondas: formulação controle na parte superior e formulação com 15% de <i>blends</i> de cereais na parte inferior da foto.....	158
--	-----

Figura 3. Análise de cor – (a) amostra no momento da leitura (b) da esquerda para a direita, produto submetidos ao processo de fritura, microondas e forno, formulação controle na parte inferior e formulação com 15% de <i>blends</i> de cereais na parte inferior da foto.....	159
--	-----

Figura 4. Ficha utilizada pra teste de escala hedônica	161
---	-----

Figura 5. Histograma da porcentagem de intenção de compra para os reestruturados empanados com adição de cereais de acordo com os métodos de cocção.....	172
---	-----

Figura 6. Histograma da porcentagem de intenção de compra para os reestruturados empanados com adição de cereais de acordo com os métodos de cocção.....	173
---	-----

RESUMO GERAL

Atualmente os consumidores estão cada vez mais interessados no consumo de alimentos com apelos para a promoção da saúde. No desenvolvimento de produtos cárneos com características funcionais, os cereais, os quais possuem uma grande proporção de fibra insolúvel, têm vantagens fisiológicas e tecnológicas por serem constituídos principalmente de celulose. Destacam-se a capacidade de ligação de água e gordura e também a capacidade de reduzir custos de formulação. Sob este aspecto, este trabalho teve o objetivo de estudar e desenvolver formulações de produtos cárneos reestruturados empanados com alto teor de grão inteiro, farinhas, farelos e flocos de cereais integrais garantindo suas características tecnológicas e sensoriais. Primeiramente, foi realizada a seleção e avaliação das propriedades tecnológicas de diferentes cereais para combiná-los na forma de *blends* de cereais, através de análise físico-química e sensorial. A seguir, foi realizado o estudo do efeito da adição de diferentes *blend* de cereais (6% a 24%) em produto cárneo reestruturado empanado com avaliação das propriedades tecnológicas através da metodologia de superfície de resposta. Foram estudadas como variáveis respostas: umidade, absorção de óleo, textura, cor, bem como a qualidade sensorial geral e os atributos de aparência, cor interna e externa, textura e em especial crocância e sabor. Finalmente, foi estudada a influência dos métodos de cocção (fritura em óleo, forno convencional e forno microondas) sobre empanados de frango adicionados de sete tipos de cereais integrais. A seleção dos cereais e elaboração dos blends com sete tipos de cereais resultaram em teores adequados de proteínas (14,52%), lipídeos (10,39%) e carboidratos (62,72%) e um bom índice de capacidade de retenção de água (4,8). Nos produtos empanados a menor absorção de óleo foi para a formulação com 15% blends. A adição de até 24% de cereais integrais resultou num bom desempenho de textura e cor objetiva para os produtos empanados fritos. Em produtos empanados pré-fritos, houve um aumento na intensidade da cor amarela devido à adição dos blends de grãos e farinhas. Do ponto de vista sensorial os empanados adicionados de sete tipos de

cereais integrais apresentar 97% de aceitação e 91% de intenção de compra pelo painel de consumidores, não diferindo da formulação controle. Os produtos submetidos ao forno microondas com 0% e 15% de cereais integrais, obtiveram os maiores percentuais de umidade e lipídeos em comparação aos produtos cozidos em forno convencional, maior luminosidade e menor intensidade de vermelho, menor força de cisalhamento e as menores notas atribuídas pelos provadores em todos os atributos sensoriais, caracterizando um produto úmido, flácido, claro e sem crocância. Este trabalho permitiu a elaboração de um produto cárneo reestruturado empanado com alto teor de cereais integrais com boa aceitação sensorial, sendo necessários mais estudos para otimizar a substituição do processo de fritura por forneamento ou cocção em microondas.

Palavras-chave: produtos cárneos, cereais, superfície de resposta, métodos de cocção, empanados.

Abstract

Currently consumers are increasingly interested in food consumption with appeals for the promotion of health. In the development of meat products with functional features, cereals, which have a high proportion of insoluble fiber, have physiological and technological advantages because they are made primarily of cellulose. In this respect, this work was to study and develop formulations restructured breaded meat product with high content of whole grain, flour, bran and flakes, cereals and ensuring their sensory acceptance and technological. First, we performed the selection and evaluation of technological properties of different cereals and combine them in the form of blends of cereals, through physical-chemical analysis and sensory acceptance. Next, we performed a study of the effect of adding different blend of cereals (6% to 24%) in restructured breaded meat product and technological properties evaluation by response surface methodology. Were studied as variables response: moisture, oil absorption, texture, color sensory acceptance and appearance attributes, external and internal color, texture, flavor and crispness. Finally, we studied the influence of cooking methods (frying in oil, conventional oven and microwave oven) on breaded chicken added seven types of grains. The selection of grains and the blends with seven types of grain resulted in adequate levels of protein (14.52%), lipid (10.39%) and carbohydrate (62.72%) and a good index of holding capacity water (4.8). Breaded products the oil absorption was lower for the formulation with 15% blends. The addition of up to 24% of grains resulted in a good performance color and texture to the breaded products fried. In breaded pre-fried products, an increase in color saturation due to the addition of the blends of grains and flours. From the standpoint of the sensory the breaded products added seven types of grains presented 97% acceptance and 91% of purchase intention by the consumer panel did not differ from the control formulation. The products subject to the microwave oven at 0% and 15% whole grains, had the highest percentage of moisture and lipids in comparison to products cooked in conventional oven, greater brightness and low saturation yellow, lower shear force and lower scores by the judges in all

sensory attributes, configuring in a product moist, flabby, clear and without crunchiness. This work allowed the preparation of a breaded restructured meat product with high content of whole grains with good sensory acceptance, more research is needed to optimize the replacement of the frying in the baking or microwave oven.

Keywords:meat products, cereals, respose surface methodology, cooking methods, nuggets.

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, tem se verificado uma mudança no estilo de vida da população em virtude das facilidades encontradas para a aquisição de alimentos como os pré-preparados, prontos e congelados no mercado, o que provoca um menor consumo de alimentos naturais e, conseqüentemente, diminui o consumo de alimentos fontes de fibra alimentar. Essa redução na ingestão de fibra alimentar vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas. Tem-se observado que as fibras alimentares promovem efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano ao prevenir o desenvolvimento dessas doenças.

Esses alimentos que geram efeitos benéficos à saúde humana, aliados à ação nutricional são denominados funcionais. Seu efeito deve-se à adição de ingredientes ativos à remoção ou substituição de substâncias indesejáveis em sua composição (ERKKILÄ et al., 2001b).

De acordo com Terra et al. (2003), o produto cárneo não possui em sua composição a fração fibra, e tem sido responsabilizado pelo aparecimento de doenças do trato digestivo.

O aumento do consumo de dietas ricas em gorduras saturadas, baixas em carboidratos complexos e micronutrientes, associada a uma vida sedentária tem sido a responsável por doenças como obesidade, hipertensão, cardiovasculares, osteoporose e câncer que causam inabilidades e aumentam os custos da saúde pública (LAJOLO, 2001).

Estudos demonstraram que, apesar do aumento do risco sugerido com o consumo de carne, este pode ser reduzido com adição de legumes, frutas e grãos na dieta. A ingestão desses em uma dieta equilibrada passa a ser mais importante do que eliminar o consumo da carne. A carne, em geral, é consumida em pequenas quantidades, enquanto que frutas, vegetais e grãos são consumidos muito abaixo do ideal e as gorduras industrializadas e açúcar refinado acima do recomendado (OLIVO, 2004).

Alimentos como grãos de cereais e de leguminosas, particularmente a aveia, feijões e soja, além das farinhas integrais ou farelos de trigo e de arroz, constituem excelentes fontes de fibra alimentar (MAZZA, 2000), tanto em sua forma natural como em alimentos processados. Além da fibra, os grãos de cereais e leguminosas fornecem quantidades significativas de proteína e ácidos graxos insaturados e de vitaminas, alguns desses nutrientes apresentam propriedades funcionais fisiológicas. Os grãos e seus derivados, como farinhas e farelos integrais, juntamente com as frutas e hortaliças são as principais fontes de fibra alimentar (CALDWELL, 1991).

A fibra promove o aumento da qualidade nutricional e tecnológica do alimento. Dietas com elevada quantidade de fibras podem reduzir o risco de doenças como o câncer no colon, doenças cardiovasculares, obesidade e outras (MANSOUR e KHALIL, 1999; MENDOZA et al., 2001). Sob o aspecto tecnológico, o uso de fibras de diferentes fontes promove aumento no rendimento, por aumentar a capacidade de retenção de umidade e gordura após cocção, bem como melhora a aceitabilidade, além de reduzir custos na produção (CAMPAGNOL et al., 2006; DANIEL, 2006; MONTEIRO et al., 2006; MARQUES, 2007; PIÑERO et al., 2008; PINHEIRO, JORGE e DA COSTA, 2008).

Produtos cárneos empanados representam uma categoria com grande potencial para aplicação de ingredientes funcionais com apelos de saudabilidade. São muito bem aceitos pela população, apresentam praticidade e conveniência, além de poderem ser servidos em Unidades de Alimentação e Nutrição como parte da refeição principal. Sob este aspecto, há muita relevância no estudo do efeito tecnológico, sensorial e funcional desses ingredientes em produtos reestruturados empanados. Ainda, há a necessidade de substituição parcial ou total do processo de fritura para reduzir a quantidade e qualidade de gordura em empanados reestruturados através de estudo de novos métodos de cocção sem a necessidade de nova cocção ou fritura, bastando para seu pronto consumo apenas o reaquecimento sem qualquer demérito de atributos sensoriais.

Este trabalho visa estudar a aplicação de alto teor de grão inteiro, farinha, farelos e flocos de diferentes tipos de cereais em produtos cárneos reestruturados empanados sobre as suas características tecnológicas e aceitação sensorial através de três artigos com os seguintes objetivos:

1) Selecionar diferentes cereais através da avaliação das propriedades tecnológicas e sensoriais para futura elaboração de blendings.

2) Estudar o efeito da adição de diferentes combinações ou “*Blends*” de cereais sobre as propriedades tecnológicas de produtos cárneos reestruturados e empanados.

3) Estudar a influência dos métodos de cocção (fritura em óleo, forno convencional e forno microondas) sobre empanados de frango adicionados de sete tipos de cereais integrais sobre as propriedades físico químicas e sensoriais.

CAPÍTULO I

Revisão Bibliográfica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Alimentos Funcionais

A função básica do alimento é fornecer energia e nutrientes para satisfação das necessidades diárias e proporcionar o bom funcionamento do organismo. Porém nas últimas décadas, muitos estudos têm demonstrado a associação entre dieta e doenças crônico-degenerativas e assim, têm-se atribuído aos alimentos outras funções. Neste contexto, surge uma nova categoria de alimentos, denominados alimentos funcionais. O termo alimentos funcionais foi introduzido no Japão, em meados dos anos 1980, referindo-se aos alimentos processados, contendo ingredientes que auxiliam as funções específicas do organismo, além de serem nutritivos (HASLER, 1998).

O segmento de funcionais é considerado a nova fronteira do mercado de alimentos, face ao crescimento de 10% ao ano, ritmo três vezes superior a o de produtos alimentícios convencionais no âmbito mundial (SBAF, 2007).

A identificação de novas propriedades funcionais assegura a essas empresas o valor agregado desses produtos, por meio de patentes ou *royalties*. Ademais, tem-se o estabelecimento de uma associação comercial para a promoção de ingredientes à base de grão no mercado europeu (WILKINSON, 2002).

Lima Filho et al. (2005), discutem a diversidade de conceitos e de sistemas de regulação dos alimentos funcionais no âmbito mundial e verificam que esses aspectos ainda se encontram em construção na maioria dos países. A exceção é o Japão, o primeiro a definir o segmento de funcionais, nos anos oitentas, com a denominação Foods for Specified Health Use (FOSHU). No Brasil, desde 1999 as diretrizes para análise e comprovação das propriedades funcionais dos alimentos são determinadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

As propriedades de alguns alimentos funcionais relacionados à saúde

podem ser provenientes de constituintes normais destes alimentos ou através da adição de ingredientes que modificam as propriedades originais. Podem incluir: fibras alimentares, oligossacarídeos, proteínas modificadas, peptídeos, carboidratos, antioxidantes, minerais e outras substâncias naturais e microrganismos (VIEIRA, 2001).

2. Definição de fibra alimentar e propriedades funcionais

A fibra alimentar é definida tradicionalmente como a fração das partes comestíveis de plantas ou seus extratos, ou sintéticos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado, com completa ou parcial fermentação no intestino grosso. O termo fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e outras substâncias associadas conforme Prosky (2001 apud Filisetti, 2006). Hoje a definição é mais ampla incluindo não somente partes comestíveis de vegetais, mas também fibras de origem animal como as quitosanas, as quais são derivadas da quitina contida nos exoesqueletos de crustáceos, moluscos e insetos, onde é o principal polímero fibrilar da parede celular, e cuja estrutura molecular é semelhante à celulose (BORDERÍAS et al., 2005).

A definição exata de fibra alimentar, bem como os métodos utilizados para a sua avaliação, não foram ainda muito bem estabelecidos apesar dos inúmeros debates em torno desse tema. Isto se deve, sobretudo, ao fato de que fibra alimentar pode ser definida tanto pelos seus atributos fisiológicos como pela sua composição química (COLLI et al., 2003).

Uma comissão permanente criada pela American Association of Cereal Chemists (AACC), depois de muitos debates subsidiados com informações de indústrias, academias e órgãos governamentais de diversos países, elaborou em 1999 a seguinte definição para fibra alimentar: “fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos com fermentação completa ou parcial

no intestino grosso de humanos. A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas de plantas. A fibra alimentar promove efeitos benéficos, como laxação e/ou atenuação do colesterol sanguíneos e/ou atenuação da glicose sanguínea (COLLI et al., 2003).

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a fibra alimentar é definida como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humano e determinado segundo os métodos publicados pela AOAC em sua edição mais atual” (resolução nº40) (BRASIL, 2001).

Na resolução RDC nº 360 de 23/12/2003 (Brasil, 2003) é apenas mencionado que, para fins de comprovação nutricional, devem ser utilizados métodos analíticos reconhecidos internacionalmente e validados, sem definir quais métodos devem ser utilizados para determinação da fibra alimentar.

Conforme a sua definição, a fibra alimentar pode ser parte da categoria de alimentos funcionais, pois interfere em uma ou mais funções do corpo de maneira positiva (FILISSETTI, 2006).

A solubilidade da fibra alimentar em água é um dos critérios para classificação. São consideradas fibras solúveis as pectinas, gomas, mucilagens, alginatos, beta-glucanas e algumas hemiceluloses; já as insolúveis são representadas pela lignina, celulose bem como pela maioria das hemiceluloses (MATTOS & MARTINS, 2000; SOUSA et al., 2003; MAFFEI, 2004; BRENNAN & CLEARYB, 2005).

As propriedades físico-químicas das frações das fibras alimentares geram diferentes efeitos fisiológicos no organismo, uma vez que as fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciando diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes a fim de reduzir o colesterol plasmático, a modulação da glicemia pós prandial bem como de regular o apetite. Esta fração de fibra apresenta alta capacidade de retenção de água, formando géis em solução aquosa (BRENNAN & CLEARYB, 2005; MIRA et al., 2009).

As fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, contribuindo também para a absorção de glicose e para o retardo da hidrólise do amido. As fibras alimentares têm o papel de regular o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (MATTOS & MARTINS, 2000; SOUSA et al., 2003; MAFFEI, 2004; BRENNAN & CLEARYB, 2005; MIRA et al., 2009).

Na alimentação humana, a fibra alimentar que é ingerida não é hidrolisada até o intestino delgado, mas a partir da porção terminal do intestino delgado e, principalmente, ao alcançar o intestino grosso, a fração solúvel é extensamente fermentada pela flora natural microbiana, enquanto que a fração insolúvel permanece quase que totalmente intacta. Em humanos, cerca de 70% da fibra ingerida na dieta é fermentada (RAUPP et al., 2000).

As fibras alimentares são necessárias para auxiliar todas as substâncias alimentares a moverem-se através do sistema digestório de maneira adequada. Estas passam quase intactas pelo sistema digestivo e são eliminadas pelas fezes, com os movimentos intestinais. Sem a quantidade de fibra suficiente, o processo digestivo pode ficar lento e a constipação pode ocorrer. Logo, uma dieta com alimentos com menor teor de fibras alimentares não pode ser tomada como causa, mas como fator contribuinte para o funcionamento do sistema digestório (POSSAMAI, 2005; SANTOS JÚNIOR, 2005).

2.1. Recomendação de consumo/ingestão de fibra alimentar

É amplamente admitido nos dias atuais que a ingestão de fibra alimentar pela população não atende às exigências mínimas do organismo, devendo, portanto, ser reforçada a partir de cereais, hortaliças e frutas. A recomendação

para a ingestão de fibra alimentar deve seguir a proporção fibra insolúvel: fibra solúvel de 3:1. Conforme Colli et al. (2005), “recomenda-se em vários países a ingestão de 20 a 30g/dia de fibra alimentar”. A *World Health Organization* (WHO) sugere a ingestão de 27 a 40g de fibra alimentar/dia. A *Food and Drug Administration* (FDA) recomenda a indivíduos adultos o consumo de 25g de fibra alimentar/2000kcal/dia. Enquanto que a *American Dietetic Association* (ADA) afirma que o consumo de fibra alimentar deve ser de 20 a 35g por dia ou de 10 a 14g de fibras/1000kcal (GUTKOSKI & PEDÓ, 2000; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002; MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005; COLLI et al., 2005).

A *American Health Foundation* (AHF) aconselha as crianças e adolescentes entre 3 e 20 anos a ingestão diária de fibra alimentar, em quantidade correspondente à idade, acrescida de 5 ou 10g. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) recomenda para adultos e jovens pelo menos a ingestão diária de 20g, que corresponde ao consumo mínimo de 8 a 10g de fibra alimentar/1000kcal (COLLI et al., 2005).

O consumo adequado de fibras alimentares proporciona efeitos benéficos à saúde, prevenindo a constipação intestinal, diminuição do colesterol, aumento da saciedade, manejo do diabetes tipo 1, redução do risco de diabetes tipo 2, prevenção e tratamento de diverticuloses e redução do risco de doenças cardiovasculares (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2002).

2.2. Legislação para fibra alimentar nos alimentos.

De acordo com Dreher (1995), um alimento com teor de 2 a 3 % de fibra alimentar pode ser considerado uma boa fonte de fibra alimentar. No Brasil, a portaria nº 27, da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece, no regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, que um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando apresentar no

produto pronto 3g de fibra/100g (base integral) para alimentos sólidos e 1,5g de fibra/100ml (base integral) para líquidos; já com o dobro (6g de fibra/100g) para sólidos e 3g de fibra/100g para alimentos líquidos é considerado um alimento com alto teor de fibra alimentar.

Para a utilização de uma informação nutricional complementar referindo-se às gorduras e fibras, usa-se o atributo “baixas gorduras totais” para um máximo de 3g de gordura / 100g de produto final ou “não contém gorduras totais” para um máximo de 0,5 de gorduras /100g; quanto às fibras, utiliza-se o atributo “fonte de fibras” para um mínimo de 3g fibras / 100g e “alto teor de fibras” para um mínimo de 6g fibras / 100g de produto final (BRASIL, 1998).

2.3. Propriedades tecnológicas das fibras alimentares

O conhecimento das propriedades físico-químicas e tecnológicas é importante para a produção de alimentos com textura e sabor, porque a simples adição de elevadas quantidades de fibras nem sempre resulta em produtos com características sensoriais desejáveis (DREHER,1995).

As fibras apresentam características de hidrossolubilidade, viscosidade, capacidade para reter água, ligar minerais e moléculas orgânicas, as quais podem sofrer modificações durante tratamento tecnológico de suas obtenções e na produção de alimentos, afetando a estrutura tridimensional das fibras e o tamanho de suas partículas (FROZZA et al., 2002).

Do ponto de vista tecnológico, a utilização de fibras interfere na capacidade de retenção de água, capacidade de ligação com gordura, viscosidade, geleificação, capacidade quelante, capacidade fermentativa, textura e outras propriedades, conforme descrito por BORDERÍAS et al. 2005, a seguir:

- a) *Capacidade de retenção de água:* considerada a mais importante propriedade do ponto de vista tecnológico é a capacidade em ligar

água. Quando na forma de pó, as fibras que são fundamentalmente celulósicas e ligam várias vezes o seu peso em água; esta capacidade é relativa ao seu comprimento e espessura da partícula da fibra. Fibras de algas, dependendo do tipo, podem reter em mais de 20 vezes o seu peso seco. O pH do meio geralmente influencia a capacidade de retenção de água.

- b) *Capacidade de ligar gordura:* a capacidade da fibra em ligar gordura depende mais da porosidade da fibra do que da afinidade molecular. Por esta razão, para prevenir a saída da gordura, é aconselhável adicionar a fibra na água primeiramente, assim a água preenche os poros e previne a entrada da gordura. Isto evita a absorção excessiva de gordura na fritura, quando fibras são usadas em produtos cárneos que poderão ser fritos.
- c) *Viscosidade:* fibras, como pectinas, gomas, beta-glucanas e polissacarídeos extraídos de algas, formam soluções muito viscosas. A viscosidade de fibras insolúveis e algumas solúveis, como a inulina, são mínimas.
- d) *Capacidade de formar géis:* gel é o termo utilizado para a associação de unidades poliméricas que formam uma rede na qual água e/ou outros solutos são inclusos. Muitas fibras solúveis formam géis, como carragena (iota e kappa), pectinas, konjac, e outras. Esta capacidade dependerá de vários fatores que incluem a concentração, temperatura, presença de certos íons e pH. Alguns dos ingredientes citados possuem sinergismo quando administrados em conjunto com amido, goma xantana ou carragenatos.

- e) *Capacidade quelante:* Muitos tipos de fibras possuem a capacidade de troca iônica com ligações minerais, sendo que uma das conseqüências disto é que estes íons podem prevenir a operação de ativação de reações de oxidação lipídica. Algumas fibras possuem a capacidade para troca iônica com cobre. Algumas fibras como a inulina e oligofrutose constituem uma exceção para esta capacidade.
- f) *Capacidade fermentativa:* dependendo do tipo de fibra, elas são capazes de fermentar. Enquanto celulose fermenta pouco, pectinas são mais capazes de fermentar.
- g) *Melhora da textura:* em muitos produtos cárneos e alguns produtos derivados de peixe, o uso destas fibras pode auxiliar na textura adequada de produtos reestruturados.

A fibra alimentar pode ser utilizada no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que tem diferentes propriedades físico-químicas. De maneira geral, estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante, emulsificante; desta forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas e pães (CHO, 1999).

3. Cereais integrais como fonte de fibra alimentar.

Segundo Gutkoski e Pedó (2000), os cereais são a maior fonte de fibra alimentar, pois são consumidos com conteúdo inferior de umidade ao de frutas e hortaliças, podendo conter teores acima de 15% do produto fresco. No entanto, a distribuição de fibra alimentar nos grãos de cereais é bastante variável, dependendo da espécie, do cultivar, das condições de cultivo, das práticas culturais e do tamanho do grão. Durante o processamento dos cereais ocorre uma perda de fibra alimentar, de modo que o restante do grão retém ainda em torno de 50% do valor de fibra alimentar (HELM & FRANCISCO, 2004).

Alimentos como grãos de cereais e de leguminosas, particularmente a aveia, feijões e soja, além das farinhas integrais ou farelos de trigo e de arroz, constituem excelentes fontes de fibra alimentar (MAZZA, 2000), tanto em sua forma natural como em alimentos processados. Além da fibra, os grãos de cereais e leguminosas fornecem quantidades significativas de proteína, de ácidos graxos insaturados e de vitaminas, alguns desses nutrientes apresentam propriedades funcionais fisiológicas. Os grãos e seus derivados, como farinhas e farelos integrais, juntamente com as frutas e hortaliças são as principais fontes de fibra alimentar (MAZZA, 2000).

Fibras de cereais, as quais possuem uma grande proporção de fibra insolúvel, tem vantagens fisiológicas e tecnológicas por constituírem principalmente de celulose. Destacam-se a capacidade de ligação de água e gordura e também a capacidade de reduzir custos de formulação (CATALANI *et al.*, 2003).

3.1 Grão integral

No ano de 1999, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC) alegou a seguinte definição para grãos integrais: “Grãos integrais consistem da cariopse intacta, quebrada, moída ou em flocos, cujos componentes botânicos principais (endosperma, casca e gérmen) encontram-se relativamente nas mesmas proporções que se encontrariam na cariopse intacta”. Atualmente, essa

definição está sendo novamente avaliada e existem perspectivas de algumas mudanças do conceito citado.

O endosperma constitui aproximadamente 83% do peso do grão e contém a maior parte de proteínas, carboidratos, ferro como também algumas vitaminas do complexo B, tais como riboflavina, niacina e a tiamina, quando comparado ao grão inteiro. A casca corresponde aproximadamente a 14,5% do peso do grão, contendo uma pequena quantidade de proteínas, grande quantidade de vitaminas do complexo B, traços de minerais e fibra alimentar. O gérmen corresponde a aproximadamente 2,5% do peso do grão e é o embrião da semente. Contém mínimas quantidades de proteínas, mas grande parte das vitaminas e traços de minerais (AACC, 1995).

O grão é colhido com a casca intacta; quando esta camada externa é removida, parte da fibra alimentar é perdida. Por essa razão, os produtos à base de cereais, que apresentam grande variação quanto no teor de fibra alimentar pelo fato de que esta se concentra, em sua maior parte, nas camadas externas do grão, quando refinados, estarão muito reduzidos e, assim, presentes nos produtos integrais (HOSENEY, 1996; CALLEGARO et al., 2005). Durante o beneficiamento do grão, a palha é eliminada e o farelo fica aderido ao grão. O farelo está embaixo da casca e é essencialmente o envelope do grão, sendo que seu componente mais importante é a camada de aleurona, formada por células cúbicas de paredes celulares grossas e ricas em β -glucanas (SÁ, 1998).

O endosperma é encontrado em quantidade variável nas sementes, e o material mais comumente armazenado é o amido. Contudo, o endosperma pode armazenar ainda outros carboidratos, assim como óleos, proteínas e quantidades pequenas de minerais e vitaminas do complexo B (ANDERSON et al., 1994; MAYER, 2007; SILVA e CORRÊA, 2008).

O embrião divide-se em três partes: o cotilédono, o epicotilo (que origina o broto) e a radícula (que origina a raiz). É rico em vitaminas do complexo B e em minerais. O endosperma serve como fonte de nutrientes do embrião (POMERANZ, 1987; SMITH e ANDERSON, 1995).

3.2 Processamento de grãos

O processamento de grãos pode ser definido como "qualquer processo físico que muda a estrutura molecular original ou a composição física" (BARMORE, 1994).

O objetivo máximo de qualquer processamento é a manutenção das qualidades do produto. O processamento de grãos de cereais para o preparo de alimentos humanos obedece a diferentes processos industriais. Os grãos são classificados como deterioráveis, pois se enquadram nos produtos que deterioram lentamente. E, portanto, não necessitam de sistemas sofisticados para a sua conservação (FLOSS, 2005; PARK et al., 2007).

O grão, quando processado, aumenta sua disponibilidade de amido, além disso, o processamento pode destruir micotoxinas, sendo que os nutrientes do grão estão distribuídos de maneira desuniforme nas diferentes partes, pois alguns nutrientes são perdidos ou concentrados nos produtos durante o processamento (GONÇALVES, 2002; ANTUNES & RODRIGUES, 2006). Com o processamento do grão podem ocorrer mudanças químicas e físicas dos nutrientes, inativação de enzimas, hidrólise de polissacarídeos e alterações nos teores de vitaminas e minerais (GONÇALVES, 2002).

A moagem fina ou grossa, tostagem e laminação são exemplos de processamentos a seco; enquanto a laminação a vapor, a floculação e o cozimento a vapor são processamentos que envolvem adição de água aos grãos, freqüentemente na forma de vapor e com pressão (ANTUNES & RODRIGUES, 2006).

Os produtos resultantes do processamento apresentam diferentes usos na alimentação humana e são divididos em flocos nº 1 (flocos inteiros), utilizados principalmente na produção de granola, cereais em barra e na panificação; e flocos médios e flocos finos (instantâneos), usados principalmente na produção caseira de mingaus e sopas. O farelo é a principal fonte de fibra solúvel (beta-glucanas), usado para mingaus e outras receitas caseiras, como pães e bolachas,

principalmente para indivíduos com hipercolesterolemia; enquanto a farinha é usada em panificação, confeitaria e em mingaus (MARTINS & FREITAS, 2000).

Para ser consumida pelo seres humanos, normalmente a aveia, por exemplo, passa por várias etapas de processamento, ilustradas no fluxograma apresentado na Figura 1.

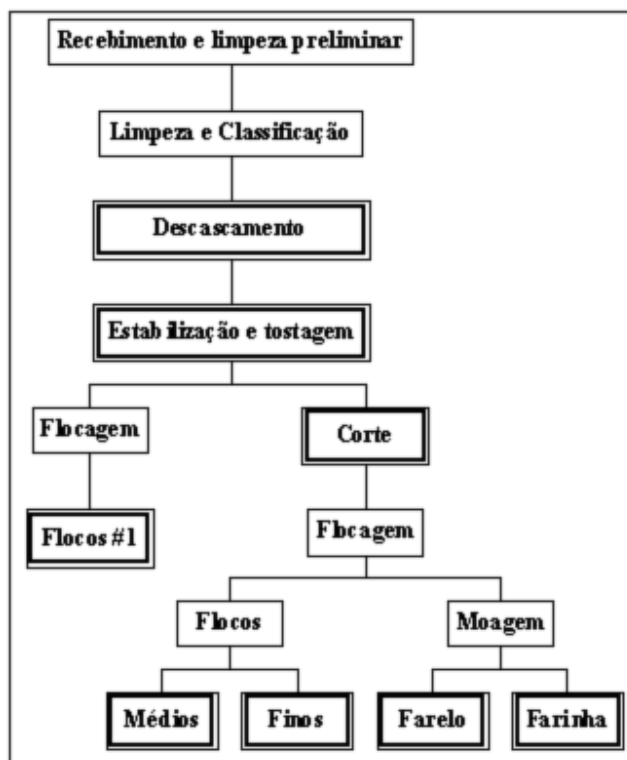


Figura 1. Diagrama de fluxo de processamento da aveia para consumo humano (Fonte: SÁ et al.,1998).

3.2.1 Recepção do grão

O grão, quando chega à empresa, pode ser em sacos ou a granel, é colocado em depósitos ou silos (para produtos a granel) para ser retirada uma alíquota a ser submetida à rigorosa análise laboratorial, como testes analíticos, mecânicos e visuais. São determinados peso, teor de umidade, infestação por

insetos, material e grãos estranhos, além de determinações visuais de danos causados por fungos e coloração (DORN, 1989; SILVA et al., 2008).

Para a industrialização, somente são liberados os grãos que preenchem os exigentes padrões de qualidade. Logo em seguida, o grão é encaminhado diretamente para a linha de processamento, para operação de pré-limpeza (PARIZZI & SOBRINHO, 2008).

3.2.2 Pré-limpeza, limpeza e seleção do grão

O processo de limpeza e seleção do grão visa eliminar materiais estranhos e impurezas, como os fragmentos do próprio produto, poeira, torrões da terra, bem como o grão do tipo refugo (HOSENEY, 1996; GUTKOSKI e EL-DASH, 1999; PARK et al., 2007; MINELLA, 2009).

A operação de pré-limpeza utiliza máquinas denominadas peneirões ou abanadoras, que possuem peneiras cilíndricas ou planas vibratórias, geralmente acompanhadas de um sistema de ventilação para eliminação da poeira e demais materiais leves. Enquanto que a operação de limpeza tem como finalidade separar as impurezas remanescentes da pré-limpeza, sendo que neste processo ocorre uma rigorosa separação de todos os materiais indesejáveis, como grãos de outras espécies, defeituosos e quebrados. No processo de limpeza utiliza-se normalmente uma máquina de ventilador e uma peneira, podendo ainda ser empregadas várias peneiras e mais de um ventilador, além de imãs para a retirada de resíduos metálicos (DORN, 1989; PARIZZI & SOBRINHO, 2008).

3.2.3 Descascamento

O descascamento ocorre por impacto evitando a quebra de grãos, de modo que é fundamental neste processo a uniformidade dos grãos para que não ocorra

quebra demasiada de grãos e tampouco sobra de grãos não descascados. Após o descascamento dos grãos, é realizada a separação da cariopse da casca por meio da ventilação (FLOSS, 2005).

O grão descascado apresenta um alto teor de lipídeos e, durante o processo de descascamento, as camadas externas do grão são levemente danificadas, causando a ativação das enzimas lipolíticas que entram em contato com os lipídeos, produzindo a rancidez (DORN, 1989).

3.2.4 Estabilização

O processo de estabilização consiste em um tratamento térmico, realizado após o descascamento, com a finalidade de evitar a rancificação, sendo fundamental para inativação térmica em especial das enzimas lipases e peroxidases, responsáveis pela produção de ácidos graxos livres (DORN, 1989; FLOSS, 2005).

Esta etapa de processamento pode ser realizada através da tostagem que consiste em submeter o grão a temperatura controlada suficiente para a inativação das enzimas e/ou fatores anti-nutricionais presentes nos grãos. A tostagem é a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido, sendo que a quantidade de água presente no sólido é chamada de umidade (PARK et al., 2007).

3.2.5 Corte

Os grãos descascados geralmente passam por um processo de corte, que é realizado em cortadores rotatórios após sua estabilização, sendo um corte (flocos grandes), dois cortes (flocos médios) e três cortes (flocos finos) (DEANE &

COMMERS, 1986; FLOSS, 2005). O corte tem o objetivo de melhorar a troca de calor no estágio de pré-cozimento (LEONEL, 2009).

3.2.6 Flocagem

A flocagem consiste na laminação do grão com cilindros de aço, os quais recebem uma pressão hidráulica de aproximadamente 40 toneladas transformando os em flocos, sendo estes produzidos com diferentes granulometrias (foco grande, foco médio e flocos finos) (DORN, 1989; FLOSS, 2005). Os flocos grandes são produzidos a partir de grãos inteiros (flocos nº 1); os flocos médios têm entre 0,5 e 0,63 mm de espessura; e os flocos finos apresentam em média 0,25 a 0,38 mm (DEANE & COMMERS, 1986).

Os flocos alimentícios são divididos em duas grandes categorias: cereais que necessitam de cozimento antes de seu consumo (farinha de aveia) e cereais complementares que são cozidos e prontos para consumo, como flocos de milho, flocos de arroz e flocos de trigo, entre outros (SHULZ et al., 1989).

Após o processamento, os flocos são resfriados e empacotados, apresentando umidade entre 9 e 11,5%. Em grãos de aveia, representam entre 50 e 60% do seu peso, dependendo da qualidade da matéria-prima e da eficiência de todas as etapas de processamento (DEANE & COMMERS, 1986).

3.2.7 Moagem

Em cereais, a moagem consiste na redução gradual do tamanho de grãos formado pelo pericarpo, pela testa, hialina, aleurona e pelo germe. Contudo, a moagem não causa necessariamente a redução dos constituintes químicos do grão, devido ao germe e ao farelo normalmente não serem separados (HOSENEY, 1990; CALDWELL et al., 1991).

O processo de moagem consiste de 3 fases: trituração (abertura dos grãos), redução (extração de farinha e sêmolos finas) e compressão e moagem. A moagem separa o mais completamente possível o endosperma da casca e do germe, além de conseguir o máximo de extração por meio da redução da maior quantidade de endosperma em farinha. O subproduto formado do processo de moagem é constituído de casca, germe e de uma porção de endosperma aderido à casca, sendo chamado de farelo (ROSSI & NEVES, 2004).

Em algumas empresas, a produção de farinha e farelo é realizada por meio da moagem dos flocos, sendo separados através de peneiras por granulometria, onde o farelo é composto de fração mais grossa. As peneiras apresentam diferentes aberturas, podendo variar entre 25 mesh (710 μm) e 48mesh (390 μm) (PATON & LENZ, 1993).

3.3. Grãos de cereais e leguminosas utilizados na produção de alimentos industrializados

3.3.1 Aveia

A aveia é um cereal de muito boa qualidade nutricional, pois apresenta altas quantidades de proteínas, vitaminas, ácido oléico e linoléico, e, o carboidrato presente, é rico em fibras solúveis denominadas beta-glucanas. As β -glucanas são polissacarídeos lineares, não ramificados, compostos por unidades de glicose unidos por ligações beta (β -1,4 e β -1,3). São solúveis em água e resistentes aos processos digestivos e aos tratamentos aplicados durante o processamento da aveia (SÁ, 1998) As beta-glucanas são componentes da fibra alimentar solúvel presente na aveia e sua importância é devido às propriedades funcionais e aos efeitos hipocolesterolêmicos e hipoglicêmicos apresentados (GUTKOSKI, 1999). O teor de beta-glucanas na aveia é variável, dependendo do cultivo e é influenciado por fatores genéticos e ambientais.

O farelo de aveia vem sendo estudado por apresentar teores significativos de β -glucanas, cerca de 9,5%, praticamente o dobro do encontrado em grãos e em outras formas de processamento de aveia (tostada, flocos), enquanto a farinha contém 3,4%. As β -glucanas, principal componente da parede celular da aveia e da cevada, estão presentes em vários tecidos de cereais e outras gramíneas (DE FRANCISCO, 2001).

A utilização de fibra de aveia como fonte de β -glucana é útil para substituir gorduras saturadas nos produtos alimentícios (INGLETT et al., 2005). Produtos da aveia também têm conseguido uma evolução muito positiva com o consumidor, devido aos benefícios que têm sido associados com o consumo de produtos com fibras (ALESON et al., 2005).

Devido aos potenciais benefícios de saúde oferecidos pela β -glucana tornem-se interessante para ser usado como um ingrediente comum em produtos à base de carne, tais como almôndegas. Além disso, tem sido relatado o uso de diferentes tipos de fibras de aveia na elaboração de diversos produtos como carnes; hambúrgueres, salsichas e almôndegas. (YANG ET AL., 2007; YILMAZ & DAGLIOGLU, 2003).

3.3.2 Trigo

O grão de trigo é formado por endosperma, farelo de trigo e germe de trigo, sendo que cada um tem suas características específicas. O endosperma representa 83% do grão do trigo; o farelo representa 14% e a sua celulose acelera o trânsito intestinal; o germe do trigo representa apenas 2% do grão. O grão de trigo é rico em nutrientes e energia, por isso é bastante utilizado na produção de farinhas, pães (integrais ou enriquecidos) e cereais (SÁ, 1998).

3.3.3 Cevada

Em relação ao consumo humano, têm-se observado recente interesse pelo uso desse cereal em razão das suas propriedades dietéticas poderem ser associadas com benefícios a saúde. A cevada é conhecida no meio científico pelo seu alto conteúdo de fibra alimentar solúvel (beta-glucanas), a qual diminui o colesterol plasmático bem como a glicemia, além de reduzir o risco de câncer de cólon (FREITAS, 2006; CAIERÃO e ACOSTA, 2007).

Nos grãos de cevada, o teor de β -glucanas observado tem sido de 3,01 a 9,68% (HELM & DE FRANCISCO, 2004), os quais são influenciados por fatores ambientais e genéticos (YALÇIN et al., 2007).

Mayer (2007), em estudo com grão de cevada observou valores de fibra alimentar de 22,06% para grão integral e 11,10% para grão descascado. Valores semelhantes foram constatados por Fuke (2007), de 22,34% para grão de cevada integral e de 11,89% para grão descascado.

A farinha de cevada, quando incorporada em pães, biscoitos e bolos, é capaz de manter padrões de aceitação similares aos produtos elaborados com farinha de trigo normal e integral (NEWMAN et al., 1998; BORTOLOTTI, 2009).

3.3.4. Centeio

O centeio é usado na fabricação de pães e biscoitos, diretamente ou em pré-misturas. É indicado para diabéticos, hipertensos e pessoas preocupadas em manter a forma física e para dietas alimentares (NYGREN et al., 1984). A adição de pequenas quantidades de farinha de centeio em produtos produzidos com farinha de trigo auxilia a absorção de água, promove o volume e prolonga a vida de prateleira (BAIER, 1994).

A porcentagem de carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras e cinzas dos grãos de centeio não difere muito de outros cereais de inverno (BAIER, 1994). Entretanto, trata-se de um cereal de valor dietético, rico em fibras, sais minerais e aminoácidos essenciais, pobre em calorias e que se diferencia dos demais, por conter maior concentração de pentosanas (hemiceluloses ou glicoprotídeos), as quais, além de conferirem elevada viscosidade e serem responsáveis pela estrutura de pães de centeio, dificultam ou retardam a digestão, atrasando a absorção de nutrientes e reduzindo a conversão alimentar (BAIER, 1994).

3.3.5 Arroz

O arroz constitui importante fonte de calorias e proteínas na alimentação de mais da metade da população mundial. Apresenta maior digestibilidade, maior valor biológico que outros cereais e elevado quociente de eficiência protéica, apesar de sua deficiência em lisina. Encontra-se entre as mais nutritivas proteínas de cereais, igualando-se à aveia e ao centeio (SGARBIERI, 1996).

Os flocos de arroz são produzidos a partir de arroz quebrado que são submetidos ao processo de extrusão termoplástica. A extrusão consiste de um tipo de processamento HTST (*High Temperature Short Time*), no qual o cereal é passado através de uma rosca sem fim e submetido a um severo tratamento térmico, elevada pressão e intenso cisalhamento com reduzidos teores de umidade (15,0 – 30,0%). Nestas condições, ocorrem profundas mudanças físicas e químicas nas matérias durante o processamento, tornando o produto instantâneo ou pré-cozido (GUTIERREZ, 1988). A extrusão resulta na gelatinização do amido, desnaturação de proteínas e formação de complexos entre amido, lipídeos e proteínas. O produto final pode apresentar diferentes formas, o que é determinado pela matriz localizada na saída da rosca de extrusão (SIGH, 1997; CINDIO, 2002).

3.3.6 Semente de linhaça

A linhaça é a semente do linho (*Linum usitatissimum* L.), da família *Linaceae*, uma planta nativa do oeste asiático e do mediterrâneo. A sua composição de aminoácidos é comparada ao da proteína de soja, uma das mais nutritivas proteínas vegetais (OLIVEIRA, et al., 2002).

A semente pode ser classificada como linhaça marrom ou dourada. A marrom é cultivada em regiões de clima quente e úmido, como o Brasil, e a dourada é plantada em regiões frias como o Canadá e o norte dos Estados Unidos (CAMPOS, 2007 *apud* MARQUES, 2008).

A linhaça é um alimento funcional que ganhou atenção recentemente na área de prevenção de doenças cardiovasculares (DCV) porque contém três componentes muito importantes: ácido alfa-linolênico (ALA), fibra solúvel e lignanas. É rica em ácido graxo essencial ômega 3 e isso faz com que a semente seja a maior fonte vegetal deste ácido graxo essencial e sua predominância é importante na prevenção de doenças cardíacas (MACIEL, 2006).

Em estudo de intervenção dietética na França em pessoas com doenças coronárias, a inclusão de uma fonte rica em ácido alfa-linolênico (ALA), que é um membro do grupo de ácidos graxos essenciais chamados ômega 3, levou a uma redução significativa de mortes cardíacas (NESTEL et al., 1997).

Segundo Bloedon (2004), a linhaça e seu óleo foram citados como alimentos potencialmente úteis pela American Heart Association por proteger contra DCV por vários mecanismos, incluindo redução do colesterol de soro, agregação plaquetária e marcadores inflamatórios, melhorando a tolerância de glicose e agindo como um antioxidante.

Devido a seus componentes benéficos, existe um grande interesse na incorporação da linhaça em produtos alimentícios como pão (MUIR e WESTCOTT, 2000; POSSAMAI, 2005), biscoitos (CHEN et al, 1994; MACIEL, 2006), macarrão (MANTHEY et al, 2000, 2002) e produtos orgânicos para

consumo humano (COSKUNER, 2005).

3.3.7 Quinoa

A quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) vem despertando a atenção de pesquisadores em várias partes do mundo, devido à sua alta qualidade nutricional (CHAUHAN e ZILLMAN, 1992).

A quinoa apresenta maior quantidade de proteína e mais equilíbrio na distribuição de aminoácidos essenciais do que os cereais e assemelha-se à caseína – fração protéica do leite (ASCHERI et al., 2002; SPEHAR; SOUZA, 1993). Isso tem contribuído para sua popularização como alimento alternativo, com alto valor nutritivo e baixo nível de colesterol, em especial nos países desenvolvidos (SPEHAR; SANTOS, 2002).

A quinoa cultivada sob temperaturas mais elevadas, como no Cerrado, apresenta maiores quantidades de gorduras e proteínas no grão do que a cultivada no Altiplano Andino (GOMES, 1999). Em proteínas e fibras, a quinoa supera os cereais (arroz, milho, cevada e trigo), mas está abaixo das leguminosas (feijão e soja). O valor energético da quinoa é semelhante ao dos cereais e inferior ao da soja.

Apresenta conteúdo de gorduras superior ao dos cereais, com a composição similar à da soja, uma fonte rica em ácidos graxos essenciais, dos quais o linoléico e o linolênico correspondem a 60%. Devido a essas concentrações, o óleo de soja mostra-se suscetível à rancificação, por oxidar com facilidade. Entretanto, na quinoa o óleo apresenta a vantagem de ser mais estável (KOZIOL, 1990).

Supera os cereais no conteúdo de proteína, com base na matéria seca. A composição da quinoa é comparativamente superior à dos cereais e leguminosas em lisina e metionina. Os teores dos aminoácidos essenciais, por serem elevados,

possibilitam combinações favoráveis com cereais e leguminosas e tornam a dieta mais equilibrada (ASCHERI, 2002; KOZIOL, 1990).

Seus grãos apresentam a maior parte dos carboidratos em forma de amido, cujos grânulos são consideravelmente menores que os de milho e de trigo. Quanto menor o tamanho, mais estável, o que possibilita o uso do amido na indústria de alimentos (KOZIOL, 1990). Apresenta temperatura de gelatinização menor do que o arroz. Isso influi na estabilidade dos alimentos, quando se pensam em congelados.

Além da composição favorável em compostos maiores, supera os cereais em vitamina B₂ (riboflavina). Constitui também fonte de alfa-tocoferol, vitamina E (KOZIOL, 1990).

É uma importante fonte de ferro, o dobro do que possuem a cevada e o trigo e o triplo do que é encontrado no arroz. A eficiência do ferro, quando administrado via quinoa, é de 74 %, mais elevada do que a suprida pelo sulfato ferroso (55%) (KOZIOL, 1990). Por essa característica, a quinoa seria um alimento complementar ou nutracêutico.

Amido especial, gorduras, vitaminas B e E e minerais encontrados no grão criam novas oportunidades de utilização (SPEHAR, 2002; ASCHERI et al., 2002). Cita-se ainda o emprego da quinoa em dietas especiais para pacientes celíacos – pessoas alérgicas ao glúten (SPEHAR, 2002).

Na indústria de congelados, o amido da quinoa pode ser um aditivo interessante. Por ser mais estável, atua como espessante de alimentos e no congelamento não perde as características originais (KOZIOL, 1990).

A composição de alimentos processados por extrusão mostra que a quinoa supera com grande diferença o milho e o arroz polido em lipídios, proteínas e fibras. Portanto, pode ser empregada como enriquecedora de alimentos e na elaboração de farinhas instantâneas. Nestas, apresenta composição superior à de cereais, com ênfase na proporção de aminoácidos essenciais (SPEHAR, 2002).

3.3.8 Soja

Originária do continente asiático, a soja teve sua difusão assegurada pelas pesquisas a partir da Segunda Guerra Mundial para o atendimento da demanda proteica, via utilização do farelo na ração animal. No Brasil ganhou notoriedade nos anos setenta e, atualmente, o país ocupa a segunda colocação no *ranking* mundial de produção, além de ser importante exportador de grão, farelo e óleo. A diversidade de aplicação da soja decorre de seus co-produtos, além do óleo e do farelo, como farinha, leite, queijo e ingredientes da culinária oriental (shoyo, missô, etc.). Tem-se, também, a proteína texturizada que pode substituir a carne; as proteínas concentrada e isolada, usadas na indústria de embutidos e como ingredientes funcionais, respectivamente; a lecitina, um aditivo alimentar, e a isoflavona, componente de alimento funcional. A agregação de valor proporcionada por esses produtos é bastante expressiva, pois no caso dos ingredientes para alimentos funcionais, o preço pode equivaler, no mínimo, a quatro vezes mais que o do óleo de soja (CHIARELLO, 2002).

O elevado potencial nutritivo, as características agronômicas favoráveis e a composição química da soja têm determinado sua importância econômica. A variedade e as condições climáticas e de cultivo da soja determinam seu conteúdo nutricional. Em média, o grão de soja contém 35 a 40% de proteínas, 15 a 20% de óleo, 30% de carboidratos, 10 a 13% de umidade e aproximadamente 5% de minerais e cinzas (GOMES, 1976; GOLBITZ & JORDAN, 2006).

Assim como as proteínas da maioria das leguminosas, a proteína da soja é limitante em aminoácidos sulfurados, como metionina, cisteína e treonina, mas contém lisina suficiente para suprir a deficiência desse aminoácido na alimentação a base de cereais. Isso torna a soja particularmente valiosa quando combinada com proteínas de cereais como o arroz por exemplo, pela complementação de lisina e metionina (SNYDER & KWON, 1987; LIU, 1999).

Além das propriedades nutricionais, a soja tem sido reconhecida como o alimento mais versátil para alimentos funcionais, segundo Yim, citado por Lima

Filho et al. (2005). De acordo com Salgado (2007), essa característica decorre de componentes como as isoflavonas que têm ação estrógena, os flavonóides que têm propriedades anti-cancerígenas e as proteínas que atuam na redução do colesterol. Conforme Favoni et al. (2004), a concentração de isoflavonas é determinada geneticamente e influenciada pelas condições ambientais durante o desenvolvimento da planta e pelo tipo de processamento aplicado ao grão.

3.4 Utilização de cereais integrais em produtos cárneos

Atualmente, o consumo de produtos cárneos deve-se a sua conveniência, variedade, preço e valor nutricional. Além da praticidade, o consumidor moderno busca alimentos que possam trazer algum benefício à saúde aliado ao prazer do consumo e demonstra sua preferência por produtos cárneos com baixo teor de gordura, baixo teor de sódio e teor reduzido de caloria (SHAND et al., 1990).

Pesquisas vêm sendo realizadas sobre aplicações de várias proteínas não cárneas, extensores ou substitutos de gordura em produtos cárneos (YUN-SANG et al., 2009). Estudos científicos reportam que a adição de fibras em produtos cárneos resulta em melhor rendimento durante o cozimento, redução do custo da formulação e propriedades de textura (DIPENMAAT-WOLTERS, 1993).

A utilização de fibras pode ocorrer de forma isolada ou em combinação com outros ingredientes em formulações de produtos cárneos (FERNANDEZ-GINES et al., 2004).

Estudos realizados por Garcia et al. (2002), relatam que a adição de fibras de cereais (trigo e aveia) e de frutas (pêssego, maçã e laranja) entre 1,5 e 3% em embutidos fermentados com baixos teores de gordura, proporciona produtos com boa aceitabilidade, destacando-se a utilização de fibras de laranja a 1,5%. Esse estudo destaca ainda, que as utilizações de 3% de fibras alimentares não apresentaram resultados satisfatórios através da análise sensorial triangular e com escala hedônica.

Yilmaz & Daghoglu (2003), avaliaram a composição de ácidos graxos, propriedades sensoriais e físico-químicas de formulações de almôndegas com farelo de aveia (5, 10, 15 e 20%) como substituto de gordura, enquanto que Yilmaz (2004), utilizou farelo de centeio nas mesmas proporções. Esses autores verificaram que tanto a adição de farelo de aveia, como a de centeio de 5 e 10%, bem como o tratamento controle (10% de gordura) apresentaram as maiores aceitabilidades sensoriais.

O farelo de trigo foi utilizado como um substituto de gordura na produção de almôndegas. Almôndegas foram produzidas com quatro diferentes formulações, incluindo 5%, 10%, 15% e 20% de farelo de trigo além da amostra controle formulada com 10% de gordura. Almôndegas contendo farelo de trigo tiveram menor concentração de gordura total e total de ácidos graxos trans do que as amostras controle. A amostra controle teve maior aceitabilidade do que as outras amostras (YILMAZ, 2005).

Choi et al. (2007), estudou as características de qualidade de emulsões cárneas com adição de fibras alimentares extraídas do farelo de arroz integral. As emulsões foram elaboradas em um sistema modelo com 2% de farelo de arroz cru e 2, 4, 6% de fibra dietética extraído de farelo de arroz. A composição centesimal da fibra alimentar extraídas de farelo de arroz foram 53,27% fibra alimentar, gordura 6,10%, 22,99% de proteína, 12,78% umidade, e cinzas 7,41%.

Piñero et al. (2008), avaliaram o efeito da adição de fibras de aveia como fonte de β -glucana (13,45%) em hamburguês de carne com baixo teor em gorduras (<10%), em comparação com o hambúrguer controle com 20% de gordura. Houve diferença significativa na melhoria no rendimento (74,19%), e retenções de gordura (79,74%) e umidade (48,41%) nos hamburguês com baixo teor de gorduras, foram atribuídos a capacidade ligação de água do β -glucana. Hamburguês com baixo teor de gordura tiveram menor pontuação referente ao sabor comparados com o controle. Aparência, maciez e cor não foram afetados pela adição de fibras solúveis de aveia.

Yasalar (2007), estudou farelos de cereais (aveia, milho, centeio e trigo), como fonte fibra alimentar na produção de almôndegas. Houve diminuição significativa entre as propriedades sensoriais das almôndegas no que diz respeito à adição de farelo. A formulação controle e a formulação com adição de 10% de farelo de milho tiveram a melhor aceitabilidade global.

Serdaroglu (2004), avaliou os efeitos dos níveis de gordura (5%, 10% e 20%) e farinha de milho (0%, 2% e 4%) sobre a composição química, características de cocção e propriedades sensoriais de almôndegas tipo turca. A avaliação sensorial indicou que a decrescente adição de gordura resultou em menor pontuação de textura e sabor. O farelo de milho não teve qualquer efeito negativo sobre propriedades sensoriais exceto aparência.

4. Produto cárneo reestruturado empanado

Com um estilo de vida cada vez mais agitado o consumidor atual tem procurado por produtos que facilitem o dia a dia, produtos de fácil e rápido preparo. Os produtos empanados têm sido uma alternativa interessante, cuja prática vem crescendo entre os processadores de produtos cárneos, especialmente aves. A aceitação de produtos empanados tem sido crescente por parte dos consumidores, uma vez que apresentam aparência, odor e sabor muito apreciados. Além disso, os produtos empanados permitem agregar valor e conveniência, atendendo, dessa forma, interesses tanto dos frigoríficos como dos consumidores (DILL, 2009).

No contexto dos produtos cárneos empanados com objetivo de se obter maior valor agregado, as solicitações tecnológicas mais comuns referem-se à garantia das características sensoriais desejáveis (empanados com “crocância” e suculência da carne no mesmo produto) e apelos para saudabilidade tais como menores teores de gordura, óleo absorvido pela fritura e matérias primas consideradas mais saudáveis. Os aspectos relativos à segurança alimentar deverão sempre ser atendidos nos desafios administrados pela indústria de

processamento para promover apelos de consumo saudável em seus produtos. A tendência tecnológica que prevalece nos novos produtos é a de propiciar praticidade para os consumidores finais oferecendo alimentos de preparo em microondas, pré-cozidos e fritos, sem a necessidade de nova cocção ou fritura, bastando para seu pronto consumo apenas o reaquecimento sem qualquer demérito de atributos sensoriais (VEGRO, 2007).

Os produtos empanados apresentam um tempo de vida-de-prateleira maior comparado a carne crua, isso é obtido principalmente pelo retardamento da oxidação e conseqüente aparecimento de rancidez. O empanamento confere também a carne uma proteção contra a desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (DILL, 2009).

Empanados, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Portaria nº 574 de 08/12/1998), são produtos cárneos industrializados, obtidos a partir de carnes de diferentes espécies de animais, acrescidos de ingredientes, moldados ou não, e revestidos de cobertura apropriada que os caracterizem. O produto pode ser cru, semi-cozido, cozido, semi-frito, ou frito, sendo que na sua composição poderá conter recheios.

No Brasil, sua oferta tem crescido cada vez mais por serem resultantes de um processo tradicional e de fácil realização (FISZMAN e SALVADOR, 2003). Os empanados oferecem inúmeras vantagens, possuem tamanhos e forma apropriados, proporcionam menor perda durante cozimento e melhor aproveitamento dos músculos de menor valor comercial, agregando valor a matéria-prima, além de serem fáceis para aquecer e servir (LEMOS, 2003). São populares, devido às suas características de textura, cor e sabor proporcionados pela cobertura utilizada, a qual pode ser composta de diferentes ingredientes proporcionando sabor diferenciado ao produto (XUE et al., 2006). A qualidade do óleo utilizado durante a pré-fritura, bem como a temperatura e o tempo com que o produto fica em contato com este óleo influencia a qualidade do produto final (FISZMAN e SALVADOR, 2003).

Os reestruturados podem ser elaborados de uma grande variedade de carnes. Geralmente são processados com o músculo moído e refletem a preferência do consumidor local. Por exemplo, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, carne branca é a preferida e possui maior valor de mercado, por outro lado na Ásia, a carne escura é a preferida e portanto, considerada a de maior valor (KEETON, 2001).

A formulação dos nuggets de frango inclui basicamente a carne do peito e a pele do frango, esse músculo é geralmente escolhido devido a sua textura uniforme, macia e a coloração clara. Entretanto, outros cortes de aves, tais como, coxa e sobrecoxas, podem ser incorporados a formulação (OWENS, 2001).

4.1 Processamento de empanados

Para produzir um produto empanado é extremamente importante conhecer as características do substrato. Deve-se considerar seu conteúdo de água, formato, tamanho, temperatura, textura, composição química, tipo de superfície e seu potencial de adesão (BORTOLUZZI, 2006).

Segundo Ordóñez (2005), o processo de elaboração dos produtos cárneos empanados implica, fundamentalmente nas operações de redução de tamanho (moagem), mistura, moldagem, recobrimento através de um sistema de cobertura específico, fritura, cozimento e congelamento.

4.1.1 Redução de tamanho

A operação de redução de tamanho permite diminuir a dureza, subdividindo a matéria-prima em pequenas porções, e incrementar a área superficial, facilitando assim a disposição das proteínas miofibrilares (Ordoñez, 2005).

4.1.2 Mistura dos ingredientes

Com a mistura dos ingredientes, pretende-se por em contato os ingredientes (formulação do produto final) aumentar a área superficial e a ruptura da fibra muscular, favorecendo assim, a liberação dos componentes intracelulares (Ordoñez, 2005). As operações de mistura melhoram a qualidade sensorial e as propriedades funcionais dos alimentos, pois aumentam a uniformidade destes ao tornar mais homogênea a distribuição dos componentes.

4.1.3 Moldagem

A moldagem aplica-se a alimentos pastosos para dar-lhes forma e tamanhos distintos, sendo seu maior objetivo aumentar a diversidade e oferecer ao consumidor um produto atrativo. É realizada prensando a massa dentro de um molde. A moldagem pode ser realizada aplicando altas pressões sobre um bloco da mistura cárnea previamente congelada (ORDOÑEZ, 2005).

No momento da moldagem, é necessário que a temperatura da massa esteja entre -4 e -2°C , pois caso a temperatura não esteja baixa o suficiente a massa se torna mole e não adquire a forma desejada, ou então não consegue sair adequadamente da formadora desfigurando o produto final (OWENS, 2001).

A moldagem a temperaturas mais quentes, acima de -1°C resulta em pontos e “chapiscos” na peça formada. Isto causa problemas durante a etapa seguinte de cobertura, favorecendo a ocorrência de uma cobertura irregular com buracos e sobreposição de peças (GL, 2002).

4.1.4 Sistema de empanamento

Segundo GL (2002), “os sistemas de cobertura são qualquer combinação de ingredientes à base de cereal ou não cereal, que reveste um substrato protéico ou não-protéico, fornecendo ao produto acabado atributos como sabor, textura e aparência”.

Cobrir alimentos com produtos diversos é uma prática empregada para melhorar a textura dos alimentos e para aumentar sua variedade. Em alguns casos os sistemas de coberturas constituem em uma barreira contra migrações de gases, água ou uma proteção contra eventuais danos mecânicos (FELLOWS,1994).

Segundo Bortoluzzi (2006), o recobrimento utilizado no processo de produtos empanados consiste, em geral, na aplicação de uma camada de *predust* (pré-enfarinhamento), uma camada de *batter* (suspensão de sólido em líquido que age como camada ligante entre o substrato e a cobertura final) e uma de *breeding* (cobertura final). Nem sempre nessa ordem e nem sempre com todas estas camadas. A ordem de adição e utilização dessas camadas pode variar. As camadas podem ser combinadas de diferentes formas e cada uma vai conferir uma determinada funcionalidade no produto final.

O produto empanado pode ser produzido com as três camadas, somente com uma, com duas ou com repetições de uma ou mais camadas. A operação básica consiste na linha *predust*, *batter* e *breeding*, porém a repetição das camadas de *batter* e *breeding* conhecida como duplo empanamento possibilita uma flexibilidade muito grande nas aplicações de diferentes proporções de *batter* e *breeding*, além de um melhor controle de *pick-up* (adesão de cobertura) (DEGENHART, 2003).

O *predust*, pré-enfariamento, pode ser utilizado como veículo de adição de sabor, além de melhorar as características de textura do produto (FISZMAN e SALVADOR, 2003).

O *batter*, líquido de empanamento, é uma mistura composta de água e ingredientes secos, tem função extremamente importante no processo, pois pode formar tanto a camada de cobertura externa completa para o produto alimentício,

como também, agir como uma camada ligante entre o substrato e a camada mais externa (*breeding*) (UEMURA e LUZ, 2003). A composição do líquido de empanamento influi tanto na qualidade sensorial (cor, maciez e crocância) quanto na espessura da cobertura, que interessa aos fabricantes por razões econômicas (SHINSATO, 2001). A viscosidade do *batter* é um dos fatores mais importantes para a obtenção de um produto de boa aparência e textura (DOGAN; SAHIN e SUMNU, 2005).

A farinha de cobertura externa (*breeding*) é obtida a partir de cereais processados termicamente e apresenta como características consideradas importantes a granulométrica, textura, densidade, umidade, potencial de absorção de umidade e óleo, velocidade de escurecimento, cor e sabor (UEMURA e LUZ, 2003).

A Figura 2 mostra um corte longitudinal de um alimento empanado, onde podem ser observadas as três primeiras camadas formadas pelo sistema de empanamento.

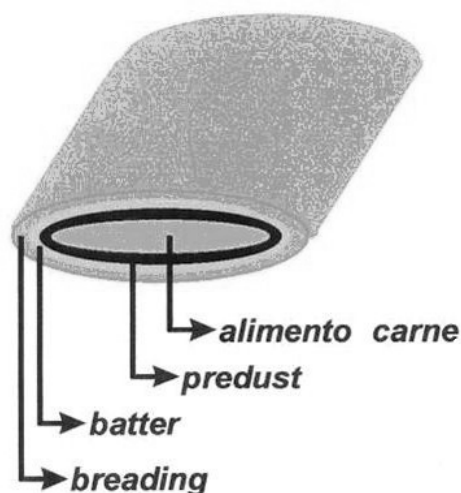


Figura 2. Corte longitudinal de um alimento empanado e suas camadas de empanamento.

4.1.5 Pré-fritura

O processo de pré-fritura tem como objetivo realizar o cozimento parcial ou completo do produto pela sua imersão em óleo, além de preservar a forma do produto, assegurar a aderência da farinha de cobertura e proporcionar a textura típica crocante do produto (LLORCA et al., 2004). Durante a pré-fritura, o óleo ocupa no produto parte do espaço deixado pela água, além de apresentar dupla função. Por um lado, atua como meio transmissor de calor e, por outro, chega a ser um novo ingrediente do produto frito ao ser absorvido (CELLA et al., 2002).

Segundo Owens (2001), o processo de fritura pode ser realizado por dois métodos, um no qual o produto é frito em uma única etapa e outro no qual o produto é frito em duas etapas. Na primeira fase, os empanados são fritos em óleo a uma temperatura entre 179 a 198°C por 30 a 45 segundos e então removidos. Após essa etapa, os empanados são novamente submergidos em óleo para uma segunda fritura, cuja temperatura varia de 165 a 179°C e o tempo varia dependendo do produto final desejado, tendo como objetivo o produto totalmente frito. Após a fritura, são verificadas transformações nas propriedades físico-químicas e sensoriais do alimento. A conservação do produto é prolongada pela destruição de microrganismos e enzimas presentes nos alimentos (BLUMENTHAL, 1996). No entanto, o processo de fritura aumenta a quantidade de óleo no alimento tornando-o, assim, uma fonte mais concentrada de energia. Este fato isolado é benéfico, assim como a melhoria da qualidade sensorial do alimento (BERGER, 1984).

4.1.6 Congelamento

Após o processo de pré-fritura, os produtos são congelados e embalados. Como esses produtos são pré-fritos, e congelados antes da distribuição, o crescimento bacteriano não é um fator limitante na vida útil, ao contrário da

desidratação e da oxidação lipídica, que podem ter seus efeitos minimizados através da utilização de embalagem e antioxidantes adequados (BARBUT, 2002b).

A vida útil dos produtos empanados é aumentada principalmente pelo retardamento da oxidação e conseqüentemente, aparecimento da rancidez, além de proteger a carne da desidratação e queima pelo frio durante congelamento (LEMOS, 2003).

5. Métodos de cocção de produtos empanados

Embora os consumidores saibam que a cocção em óleo (fritura) resulte em alimentos com maior percentual de gordura, ainda é o processo mais utilizado no preparo de certos produtos devido à sua rapidez e às desejáveis características sensoriais dos produtos fritos. Os *nuggets* fritos possuem lugar de destaque na industrialização envolvendo refeição rápida. Entretanto, é importante ressaltar que o excesso de gordura pode contribuir com o aumento de colesterol no sangue, com a alta pressão arterial, e com doenças cardiovasculares (ALBERT & MITTAL, 2002). Os alimentos empanados absorvem gordura durante o processo de fritura, normalmente de 4 a 30% do peso final do alimento frito é gordura absorvida. Na maioria dos alimentos, a maior proporção desta gordura absorvida tende a se acumular na superfície do alimento. Esta gordura proporciona uma qualidade sensorial satisfatória (LAWSON, 1999).

Além da granulométrica e porosidade da farinha de empanamento, citada por Bressan e Peres (2001), outros fatores podem influenciar na absorção de lipídios como o meio de pré-fritura ou fritura (óleo ou gordura), o tempo e a temperatura, o tamanho e as características superficiais do alimento e os tratamentos que este produto se submete antes do processo de fritura (FELLOWS, 1994).

O atual estágio da tecnologia de processamento de carnes permite que muitos alimentos, que antes necessitavam de preparo doméstico, cheguem à casa do consumidor já prontos, por vezes, totalmente cozidos. No caso do frango uma das formas de apresentação como filé empanado totalmente cozido, tendo como principal operação unitária o cozimento. O cozimento pode ser realizado em fornos de injeção direta ou indireta de vapor, radiação, microondas, etc., e a compreensão dos mecanismos de atuação do calor sobre o produto são pontos de grande importância para a seleção do melhor programa de cozimento, que deve atender condições de segurança alimentar e ao mesmo tempo gerar um rendimento tal que a produção seja vantajosa para a indústria (LEONHARDT et al., 2004)

Pesquisas que avaliaram métodos de cocção mostram que o cozimento pode alterar os valores de umidade, proteína, gordura e cinzas dos alimentos, devido à incorporação do meio de cocção e pelas perdas de nutrientes e água (BADIANI et al., 2002; FERREIRA, 2005).

Leonhardt et al. (2004), estudaram o efeito da temperatura do ar (205 - 215°C) e do tempo de cozimento (3,5 - 4,1 minutos), sobre a temperatura interna e o rendimento durante o cozimento de filé de frango empanado usando a metodologia de superfície de resposta, obtendo-se modelos estatísticos adequados. Os autores verificaram que as melhores condições de processo foram o emprego de temperaturas entre 206 e 209°C e tempos entre 2,5 e 3,6 minutos.

Vieira et al. (2007), avaliaram o efeito dos métodos de cocção: cozimento em água, fritura em óleo de soja, assado em forno convencional e assado em microondas em peitos de frango. A perda de peso por cocção mais elevada foi verificada no método assado em microondas (52,35%), seguida pelo método forno convencional (30,59%), fritura em óleo (22,98%) e cozimento em água (19,99). Os peitos de frango assados em microondas apresentaram a menor umidade (56,18%) e médias mais elevadas de proteínas (40,22%), cinzas (1,64%) e colesterol (63,89 mg/100g), quando comparados aos demais métodos. Os percentuais de gordura foram maiores no método fritura em óleo (3,23%). Peitos

de frango assados em microondas mostram as perdas mais elevadas e as modificações mais severas com relação à composição química, enquanto a cocção em água é a forma de cocção que menos altera a composição centesimal de peitos de frangos.

Nos últimos anos tem crescido muito o número de consumidores adeptos a dietas saudáveis e alimentos com valor nutricional. Produtos diferenciados têm sido desenvolvidos com foco na utilização de ingredientes funcionais e redução de gordura. As fibras insolúveis têm vantagens fisiológicas e tecnológicas por constituírem principalmente de celulose. A fibra de trigo na formulação de certos alimentos, pode ajudar na redução de lipídios quando estes alimentos são submetidos ao processo de fritura, e possuem vantagens por serem inertes e não reativas a outros ingredientes e por não possuírem calorias (SÁNCHEZ-ALONSO et al., 2007).

6. Análise Sensorial em produtos empanados

No desenvolvimento de novos produtos a análise sensorial é um dos fatores indispensáveis, principalmente na indústria cárnea quando se deseja incluir no mercado produtos diferenciados, até então não conhecidos. Análise sensorial é uma metodologia destinada a avaliar a aceitação de produtos no mercado, pesquisando os gostos e preferências de consumidores. Com base nos resultados, é possível medir, avaliar e interpretar a percepção sensorial em relação ao produto analisado (MORALES, 1994). Neste contexto, as pesquisas procuram avaliar as propriedades organolépticas dos produtos inovadores, utilizando testes discriminativos ou descritivos relacionados ao produto, e/ou então afetivos para avaliar preferência e/ou aceitação de produtos.

Os testes afetivos são uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião (preferência ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto sobre características específicas ou idéias sobre o mesmo e, por isso, são também chamados de testes de

consumidor (DUTCOSKY, 1996).

Segundo Dyson (1992), os fatores característicos do produto empanado que são fundamentais para a decisão de compra dos consumidores são: a aparência, cor, crocância, integridade da cobertura de empanamento e o sabor. Com exceção do sabor e da sensação bucal, a aparência é uma das características mais avaliada na aceitação de um produtos, envolvendo a textura, a densidade, a dureza, a viscosidade e cor do produto. A cor está relacionada com a absorção de óleo e com as reações de escurecimento de açúcares redutores e proteínas durante o preparo do produto. A crocância, além de ser uma impressão difícil de se quantificar, é uma das características mais críticas no produto empanado. A falta desta resulta num produto esponjoso e seu excesso representa um produto duro; ambas as características indesejáveis. A adesividade da massa de cobertura do empanado é de grande importância nas etapas de armazenagem por congelamento e transporte. A manutenção da uniformidade do produto durante estes processos garante uma melhor aparência visual do produto quando exposto para o comercio e após seu preparo para o consumo. Mesmo que o produto possua boa coloração, textura e crocância, se não possuir sabor aceitável, o produto não será consumido.

7. Planejamento experimental

Um planejamento consiste em projetar um experimento de maneira tal que forneça exatamente o tipo de informação que se procura. Para isso, é necessário saber, o que se procura (BARROS NETO, SCARMINIO e BRUNS, 2003).

A metodologia de superfície de resposta (MSR) pode ser definida como, conjunto de métodos estatísticos que emprega dados quantitativos, originados de planejamentos experimentais convenientes, para determinar e resolver modelos (equações) multivariados (STATSOFT, 2003).

Na área de ciência e tecnologia de alimentos e nutrição toda a formulação, direta ou indiretamente, tem uma soma total de 100% de seus componentes. Isto é, ao elevar a quantidade de um ingrediente, automaticamente reduz-se a quantidade de outro, porque a mistura total é determinada pela proporção de seus ingredientes (STATSOFT, 2003).

Para uma mistura binária, ou seja, formada por dois componentes, a equação será $x_1 + x_2 = 1$. Todas as possíveis misturas dos dois componentes correspondem a pontos localizados sobre uma reta. No estudo de misturas, o espaço experimental fica restrito aos pontos da reta, ou seja, torna-se unidimensional (BARROS NETO, SCARMINIO e BRUNS, 2003).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION CHEMISTS. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9th ed. St. Paul: AACC, 1995. 2v.

ALESON L, FERNÁNDEZ-LÓPEZ J, PÉREZ-ALVAREZ JA Y KURI V. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Sci Emerg Technol*. **6**: 247-255, 2005.

ALBERT, S.; MITTAL, G.S. Comparative evaluation of edible coating to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. **Food Research International**, v.35, p. 445, 2002.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, 2002; 102:993-1000.

ANDERSON J. W.; SMITH, B. M.; GUSTAFSON N. J. Health benefits and practical aspects of high – fiber diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n.1, p.1242-1247, 1994.

- ANTUNES, R. C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismo de carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal : Funep, p. 151-182, 2006.
- ASCHERI, J. L. R.; RAMIREZ-ASCHERI, E.; CARVALHO, C. W. P. Elaboracion de harina integral instantanea de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) por extrusion termoplástica. **Alimentaria**, Madrid, n.292, p.93-98, Mayo 1998.
- BADIANI, A.; STIPA, S.; BITOSSO, F.; GATTA, P. P.; VIGNOLA, G.; CHIZZOLINI, R. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by commom culinary practices. **Meat Science**, Oxford, v. 60, n. 2, p. 169-186, Feb. 2002.
- BAIER, A. C. Centeio. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 29 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 15).
- BARMORE, J. A. New calf management practices enhance production efficiency. **Feedstuffs**, n. 14, n. 1, p.12-14, 1994.
- BARBUT, S. Poultry products: formulation and gelation In: **Poultry products processing: an industry guide**. Boca raton: cap. 9, p. 249-289, CRC Press, 2002.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos, Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria**. Campinas, SP: UNICAMP, 2003. p. 401.
- BEHRENS, J. H.; ROIG, S. M.; DA SILVA, M. A. P. **Aspectos de funcionalidade, de rotulagem e de aceitação de extrato hidrossolúvel de soja fermentado e culturas lácteas probióticas**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Teconologia de Alimentos, Campinas, v. 34, n. 2, p. 99-106, jul./ dez, 2000.
- BERGER, K.G. The practice of fryng. **Porim Tchnology**, v. 9, p. 1-34, 1994.
- BLUMENTHAL, M.M. Frying technology. In: BAILEY, A.E. **Bailey's industrial oil & fat products**. New York: John Wiley, v. 3, p.429-481, 1996.
- BLOEDON, L. T.; SZAPARY, P. O. **Flaxseed and cardiovascular risk**. Nutrition Reviews, v. 62 n.1, p. 18- 27, jan., 2004.

BORDERÍAS, A.J.; SÁNCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.16, p. 458-465, 2005.

BORTOLOTTI, C. M. **Caracterização de farinhas de cevada e o Efeito da sua incorporação sobre a qualidade do pão de forma**. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

BORTOLUZZI, R. C. 2006. Empanados. In: R. OLIVO (ed.), O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, Ed. Do Autor, p. 481-494.

BRASIL (1998). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2010.

BRASIL (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução nº40 de 21 de março de 2001** : regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória para alimentos e bebidas embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/40_01rdc.htm> Acesso em 19 set. 2006

BRASIL (2003). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução nº360** : de 21 de dezembro de 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc360_03rde.htm> Acesso em 19 set.2006.

BRENNAN, C.S.; CLEARYB L.J. The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-glucans as functional food ingredients. **Journal of Cereal Science**, v.42, n.1, p.1-13, 2005.

BRESSAN, M. C. e PERES, J. R. O. **Tecnologia de carnes e pescados**. Lavras:FLA/FAEPE, 2001. p.84, 88 - 1993.

CAIERÃO, E.; ACOSTA, A. S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.9, p.1277-1282, set. 2007.

CAMPAGNOL, P. C. B. et al. Características de hambúrgueres contendo diferentes níveis de gordura e fibra de soja. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 30, n.351, p. 56-60, maio 2006.

CATALANI, A. L. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, p.178-182, 2003.

CALDWELL, E. F. et al. **Breakfast cereals**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1991.

CELLA, R.C.F.; REGITANO-DÁRCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002

CHAUHAN, G. S.; ZILLMAN, R. R. ESKIN, M. N. A. Dough mixing and bread making properties of quina wheat flour blends. **International Journal of Food Science & Technology**, Mysore, v.27, p. 701-705, 1992.

CHEN, Z-Y.; RATNAYAKE, W. M. N.; CUNNANE, S. C. “**Satability of flaxseed during baking.**” Journal of American Oil Chemists Society. v., 71, p. 71:629-632, 1994.

CHIARELLO, M. D. A soja e os alimentos funcionais: oportunidades de parcerias em P&D para os setores público e privado. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 15, p. 45-60, out. 2002. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/%20arquivos/pe_15.pdf>. Acesso em: jul. 2007.

CHO, S.S., O’SULLIVAN, K.; RICKARD, S. Worldwide dietary fiber intake:recommendations and actual consumption patterns. In: Cho, S. S.; Prosky, L.; Dreher, M. (eds), **Complex Carbohydrates in Foods**, p. 411–29, New York, Marcel Dekker, 1999.

CINDIO, B. et al. **Filled sanack production by co-extrusion-cooking : effect of processing on cereal mixtures**. Journal of Food Engineering, London, v. 54, n. 2, p. 63-73,2002.

COLLI, C.;SARDINHA, F.;FILS,T.M.C.C. Alimentos funcionais. In: CUPPARI,L.

Nutrição: nutrição clínica de adulto. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003. Cap. 4, p. 57-70.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M. C. C. Alimentos funcionais. In: CUPPARI, Lílian. **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto.** 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. **Some physical properties of flaxseed.** Journal of Food Engineering. V.78, n.3, p. 1067 – 73, dez., 2007.

DANIEL, A. P. **Emprego de fibras e amido de aveia (*Avena sativa* L.) modificado em produtos cárneos.** 2006, 90 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DEANE, D.; COMMERS, E. Oat cleaning and processing. In: WEBSTER, F. H. **Oats: Chemistry and Technology.** St. Paul, Minnesota, EUA: American Association of Cereal Chemists, Inc., p. 371-412, 1986.

DE FRANCISCO, A., DE SÁ, R. M. Beta-glucanas: localização, propriedades e utilização. In: Lajolo FM, Saura-Calixto F, Wittig de Penna E, Menezes EW, editores. *Fibra dietética en Iberoamerica: tecnología y salud.* São Paulo: Varela; 2001. p.91-102.

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. *Estudos Tecnológicos* - Vol. 5, nº1: 33-49 (jan/abr 2009).

DIPENMAAT-WOLTERS, M. G. E. Functional properties of dietary fibre in foods. In: *Food Ingredients Europe: conference Proceeding*, 1993.

DREHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D; BONFIELD, C. (Eds). **Dietary fiber in health & disease.** Minnesota: Eagan Press, 1995. p. 467-74.

DORN, V. New machinery in oat milling. **Association of operative millers: Bulletin.** p. 5493-5502, Jul./1989.

DOGAN, S.F.; SAHIN, S.; SUMNU, G. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and vquality of deep-fat fried chicken nuggets. **Journal of Food Engineering**. V. 71, p. 127-132,2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996, 123p.

DYSON, D. Breeding – what they are and how they are used. In: KULP, Karel; LOEWE, Robert. Batter nad Breadings in Food Processing. Minnesota American Association of Cereal Chemists, 1992. Vol. 1, 8: P. 143-152.

ERKKILÄ, S. et al. Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. **Meat Science**, v. 58, p. 111-116, 2001b.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Small-scale sausage production. Rome, 1985. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/x6556e/X6556E00.htm>. Acesso em 30.08.2008.

FAVONI, S. P. G. et al. Isoflavonas em produtos comerciais de soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 582-586, out./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n4/a17v24n4.pdf>>. Acesso em: ago. 2007.

FERNANDEZ-GINEZ, J. M.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; SAYAS-BARBERA, E.; SENDRA, E.; PEREZ-ALVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*. Vol. 67, p. 7-13, 2004.

FERREIRA, M. W. **Composição química e perfil lipídico do filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1757) cru e submetido a diferentes métodos de cocção**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FILISSETTI, T. M. C. C. Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos em Alimentos Regionales**

Iberoamericanos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006, p. 257-286.

FISZMAN, S.M.; SALVADOR, A .; Recent Developments in coating batters. **Trends in Food Science & Techonology**, Cambridge, v. 14, p .399-402, 2003.

FLOSS, E. L. **Uso de aveia na nutrição humana: aveia, faz bem ao coração**. Passo Fundo, Rs: UPF, 2005. 149 p.

FORSTER, B. P. et al. The Barley Phytomer. **Annals of Botany**, v. 100, p. 725-733, 2007.

FRANCISCO, A. de; SÁ, R. M. de. Beta-glucanas: localização, propriedades e utilização. In: CYTED. **Fibra alimentar en Iberoamérica - Projeto XI-6**. Equador: 2000.

FREITAS, G. L. D. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagaço de brassagem**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FROZZA, J. et al. **Pizza enriquecida com fibras para pessoas com diverticulose**. Visão Acadêmica. , v. 3, n.2, p. 87-94, jul./ dez, 2002.

GARCÍA, M.L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M.D.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60, 227-236.

GL-LABORATORIES WORLDWIDE. 2002. Guia completo para sistemas de cobertura. Guarulhos, Ed. do Autor, 41 p.

GOLBITZ, P.; JORDAN, J. Soyfoods: Market and Products. In: **Soy Applications in Food**. RIAZ, M. N., New York: CRC Press, cap. 1, p. 2-21, 2006.

GOMES, M. P. **Avaliação do conteúdo organo-mineral de grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd)**. Rio de Janeiro, 1999. 60 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

GONÇALVES, A. A. **Cereais e farinhas**. Porto Alegre: UFRGS, 2002

GRIGUELMO-MIGUEL, N., ABADIAS-SERO´ s, M. I., & MARTIN-BELLOSO, O. Characterization of low-fat high-dietary fiber frankfurters. **Meat Science**, 52, 247–256,1999.

GUTIERREZ, R. H. **Curso de tecnologia de extrusão: produtos texturizados e expandidos**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1988.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000.

GUTKOSKI, L. C.; EL-DASH, A. A.. Avaliação de características físicas e químicas de frações de moagem de aveia. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 2, n. 1, 2, p. 149-154. 1999.

HASLER, C. M. A new look at an ancient concept. *Chemistry Industry*, v. 2, p. 84-89, 1998.

HELM, C. V.; FRANCISCO, A. D. Chemical characterization of brazilian hullless barley varieties, flour fractionation, and protein concentration. **Scientia Agricola**, v. 61, n.6, p.593-597, nov./dez. 2004.

HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1996. 19 p.

HOLLINGSWORTH, P. **Sensory testing rediscovered as key to new product success**, *Food technology*, Chicago, v. 52, n. 4, p. 26-27, apr. , 1998.

INGLETT, G.; PETERSON, S.; CARRIERE. C. AND MANEEPUN, S. Rheological, textural and sensory properties of Asian noodles containing on oat cereal hydrocolloid, *Food Chemistry* **90** (1&2) (2005), pp. 1–8.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; AYO, M.J.; CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**, Barking, v.69, p. 781-788, 2005.

JOHANSEN H. N.; et al. **Effects of varying content of soluble dietary fibre**

from wheat flour and oat milling fractions on gastric emptying in pigs. Br J Nutr. , v. 75, n.3, p. 339-51, mar., 1996.

KEETON, J.T. Formed and emulsion products. In: SAMS, A.R. (Ed). **Poultry meat processing**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. cap. 12, p. 195-226.

KOZIOL, Composición química. In: WAHLI, C. **Quinoa hacia su cultivo comercial**. Quito, Ecuador: Latinreco, 1990. p. 137-159.

KRITCHEVSKY D. **Physiological and metabolic effects of dietary fiber**. Proc Soc Exp Biol Med., n.108, p. 407-498, 1985.

LAJOLO, F. M. Et. **Fibra dietética in iberoamérica: tecnologia y salud-obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001, 472p.

LAWSON, H. **Aceites y grasas alimentarios: tecnología**, LAWSON, H. **Aceites y grasas alimentarios: tecnología,utilización y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1999. 69p.

LEMOS, A.L.S.C. 2003a. Tópicos especiais: processamento da carne de aves. In: A.L.S.C. LEMOS, Empanamento: valor agregado e conveniência para produtos cárneos. 1ª ed., Campinas, CTC/ITAL., vol. 1, p. 112-114.

LEMOS, A.L.S.C. 2003b. Tópicos especiais: aspectos de qualidade em óleos e gorduras. In: A.L.S.C. LEMOS, Empanamento: valor agregado e conveniência para produtos cárneos. 1ª ed., Campinas, CTC/ITAL, vol. 1, p. 121-123.

LEONEL, M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão**. Botucatu, SP: unesp/cerat, 2009. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 13 set. 2009.

LEONHARDT, C.; SANTOS, H. C. P.; MARCZAK, L. D. F.. Optimizing of impingement on cooking fillet chicken. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 1, p. 43-46, 2004

LIMA FILHO, D. O. et al. Alimentos funcionais: construção de conceitos e disponibilidade de lácteos nos supermercados de Campo Grande, Estado de Mato

Grosso do Sul, 2004. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 11, p. 7-17, nov. 2005.

LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. New York: Chapman & Hall, 1999. 532p.

LLORCA, E.; HERNANDO, I.; PÉRZ-MUNUERA, I.; QUILES, A.; LARREA, V.; FISZMAN, S.M.; LLUH, M.A. Microstructural Study of Frozen Batter-Coated Squid Rins Prepared by an Innovative Process Without a Pre-Frying Step. **Food Hydrocolloids** XX, p. 1-6, 2004

MACIEL, L. M. B. **Utilização da farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) no processamento de Biscoito tipo “cracker”: características físico-químicas, nutricionais e sensoriais**. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de mestrado em Tecnologia de alimentos. Fortaleza, 2006.

MAFFEI, H. V. L. **Constipação Crônica Funcional. Com que fibra suplementar**. Jornal de Pediatria. V. 80, n. 3, Mai/Jun, 2004.

MAHAN, L. K. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1998.

MAHAN LK, ESCOTT-STUMP S. KRAUSE: alimentos, nutrição e dietoterapia. 11. ed. São

Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MANTHEY, F. A.; LEE, R. E.; HALL III, C. A. **Processing and cooking effects on lipid content and stability of α -linolenic acid in spaghetti containing ground flaxseed**. J. Agric. Food Chem. 50: 1668-1671, 2002.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibres. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. N.79, p.493-498, 1999.

MARQUES, J.M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia**. 2007, 71 f. Dissertação (mestre em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

- MARQUES, A. C. **Propriedades Funcionais da Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em Diferentes Condições de Preparo e de uso em Alimentos.** 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Disponível: <http://jararaca.ufsm.br/websites/ppgcta/download/Dissertaco/Anne.pdf>. Acesso 20 Mar. 2010.
- MARTINS, F. T.; FREITAS, T. S. D. **Flocos de cereais.** Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.
- MAZZA, G. **Alimentos Funcionais: Aspectos Bioquímicos y de Procesado.** Zaragoza: Acribia, 2000.
- MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos.** 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- MENDOZA, E.; GARCIA, M. L.; CASAS C. & SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*. 57, 387 – 393, 2001.
- MINELLA, E. **Cevada brasileira: situação e perspectivas.** 1999. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co2t1.htm>. Acesso em: 17 jun. 2009.
- MONTEIRO, C. S. et al. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 347-362, jul/dez 2006.
- MIRA, G. A.; GRAF, H.; CÂNDIDO, M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento da diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 1, jan./mar., 2009.
- MORALES, A. A. **La evaluación sensorial de los alimentos em la teoria y la práctica.** Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España), 1994.
- MUIR, A. D.; WESTCOTT, N. D. **Quantitation of the lignan secoisolariciresinol diglucoside in baked goods containing flax seed or flax**

meal. J. Agric. Food Chem. n.48, p. 4048-4052, 2000.

NESTEL, P. J.; POMEROY, S. N.; SASAHARAT, T.; LIANG, L. L.; DART, M. A.; JENNINGS, G. L.; ABBEY, M.; CAMERON, J. D. **Arteriosclerosis, Trombosis and Vascular Biology**, 1997, n. 17, p. 1163-1170.

NEWMAN, R. K.; ORE, K. C.; ABBOT, J.; NEWMAN, C. W. Fiber enrichment of baked products with a barley milling fraction. **Cereal Foods World**, v. 43, n. 1, p. 23-25, 1998.

NYGREN, C.; HALLMANS, G.; LITHNER, F. Effect of high-bran bread on blood glucose control in insulin-dependent diabetic patients. *Diabete Metab.* v. 10, p. 39-43, 1984.

OLIVEIRA, MN; SIVIERI, K; ALEGRO, JHA; SAAD, SMI. **Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos.** *Rev Bras Cienc Farm.* 2002. n. 1, p. 1-21.

OLIVO, R. Carne bovina e saúde humana. **Revista Nacional da Carne.** ed. 332. Outubro, 2004, p. 332.

ORDÓÑEZ, J.A. 2005. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. 1ª ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 293 p.

OSÓRIO, E. A.; WENDT, W. Duração do período de formação do grão de trigo. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 395-398, 1995.

OWENS, C.M. Coated poultry products. In: SAMS, A.R. **Poultry meat processing.** Boca Raton: Lewia Publishers, 2001. cap.14, p. 227-242

PARK, K. J. et al. Conceitos de processo e equipamentos de secagem. **Campinas: Unicamp, 2007.**

PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C.. Beneficiamento de grãos. In: SILVA, Juarez de Sousa. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas.** 2. ed. Viçosa, MG:2008.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat's soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef

patties. **Meat Science**. v. 80, n.3, p. 675-680, Nov. 2008.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; DA COSTA, D.P.B. Importância da capacidade de retenção de água da carne e os fatores que a influenciam. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo.. v. 6, p. 16-22, Jul. 2008.

PIROZI, M. S.; GERMANI. R. Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha de trigo, de variedades de trigo cultivado no Brasil. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 155-169, 1998.

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486 p.

POSSAMAI, T. N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. Universidade Federal do Paraná. Dissertação de mestrado em tecnologia de alimentos, Curitiba, 2005.

RAUPP, D. D. S. et al. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polparefinada de maçã. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 395-402, jul./set. 2000.

RODRIGUES, H. R. **Manual de rotulagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 1999, 39p.

RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.;HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, p. 3-15, 2006.

ROEHRIG K. L. **The physiological effects of dietary fiber - a review**. Food Hydrocol. 1988, n. 2, p. 1-18, 1988.

ROSADO J. L.; DIAZ M. Physico-chemical properties related to gastrointestinal function of 6 sources of dietary fiber. **Rev Invest Clin.**; v. 47, n. 4, p. 283- 9, 1995.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

SÁ, R. M. D. **Fracionamento de farinha de aveia (*Avena sativa* L.) para a concentração de nutrientes.** 1998. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SÁ, R. M.; FRANCISCO A.; SOARES, F. C. T. Concentração de b-glucanas nas diferentes etapas do processamento da aveia (*Avena sativa* L.). Revista **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 425-427, out./dez. 1998.

SALGADO, J. M. **O que são alimentos funcionais?**. In: SBAF – Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais, Disponível em: <http://www.sbafe.org.br/sbafe/alimentos_funcionais.htm>. Acesso em 14 de outubro, 2007.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; HAJI-MALEKI, R.; BORDERIAS, A.J. Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. **Food Chemistry**, Barking, v.100, p.1037-1043, 2007.

SANTOS JÚNIOR, J. C. M. Constipação intestinal. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v. 25, n. 1, p. 79-93, jan./mar. 2005.

SCHULZ, J. G.; FREITAS, R. J. S. D.; FUGMANN, H. A. J. Tecnologia simplificada para obtenção de flocos alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 7, n.1, p. 17-22. jan./jun. 1989.

SERDAROGLU, M.;DEGIRMENCIOGLU.O. Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefte). **Meat Science**. V. 68 p. 291–296, 2004.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Avaliação de alimentos: teste afetivo e escala hedônica.** CETEC, 2006.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) BRS Piabiru: Alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6 , p. 889-893, 2002.

SPEHAR, C. R.; SOUZA, P. I. M. Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ao cultivo nos cerrados do Planalto Central: resultados preliminares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 5, p. 635-639, 1993.

SHAND, J. P.; SCHIMIDT, G. R.; MANDIGO, R. W.; CLAUS, J. R. New technology for low-fat meat products. Reciprocal Meat Conference Proceedings. Vol. 43, p.37-46, 1990.

SINGH, N.; SMITH, A. C. **A Comparison of Wheat Starch, Whole Wheat Meal and Oat Flour in the Extrusion Cooking Process.** Journal of Food Engineering, London, v. 34, p. 15-32, 1997.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedadesdegradações- modificações.** São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SHINSATO, E.; USHIJIMA, H.H.; CUNHA, A.F. 2002. Amido modificado para empanados. Food Ingredients, 16:112-113.

SILVA, J. D. S.; CORRÊA, P. C.. In: SILVA, J. D. S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas.** 2. ed. Viçosa, MG: 2008.

SMITH, B.; ANDRESON, J. W. The role of Fiber in the Diabetic Diet. The importance of Dietary FIBRE for Adults. **Postgraduate Healthcare**, Divison of MRA Publications Inc., and General Mills. Greenwich Ct 1995.

SNYDER, H. E.; KWON, T. W. **Soybean utilization.** New York: AVI Book, 1987. 346p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS – SBAF. **Muito mais que comida.** Disponível em: http://www.sba.org.br/sba/ noticias/200703_MaisqueAlimento.htm. Acesso em: ago. 2007.

SOUSA, E. A.; TEIXEIRA, L. C. V.; MELLO, M. R. P. A.; TORRES, E. A. F. S. Application of neural network for evaluation of the amount of mechanically deboned poultry meat in sausage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Vol 23, 3. Campinas,

SOUZA, G.; VALLE, J. L. E.; MORENO, I. **Efeitos dos componentes da soja e seus derivados na alimentação humana.** Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 34, n. 2, p. 61-69, Jul/Dez, 2000.

STATSOFT. **Microsoft Office Excell for Windows.** EUA Software, 2003.

STATSOFT. **Statistica 7.0 for Windows.** EUA Software. Tucks, 2005.

TERRA, N. N. et al. A carne e os benefícios da fibra alimentar. **Revista Nacional da Carne.** n. 311, janeiro 2003.

THEBAUDIN, J. & LEFEBVRE, A. C.; **Dietary fibre: Natural and technological interest,** Trends in Food Science and technology, 1997; v. 8, p. 41-48.

TYÖPPÖNEN, S.; PETÄJÄ, E.; MATTILA-SANDHOLM, T. Bioprotectives and probiotics for dry sausages. **International Journal of Food Microbiology,** v. 83, n. 3, p. 233-244, 2003.

UEMURA, C.H.; LUZ, M.B. Sistemas de cobertura. **Aditivos & Ingredientes,** V. 28, p. 71-74, 2003.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science.** Vol. 78, p.104-113, 2008.

VANNUCCHI. **Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira,** SBAN, v. 2, 1990.

VEGRO, C.L.R.; ROCHA, M.B. Expectativas tecnológicas para o segmento de carnes de aves e suínos. **Informações Econômicas,** São Paulo, v. 37, n. 5, p. 15-28, 2007.

VIEIRA, J.O.; BRESSAN, M.C.; FARIA, P.B.; FERREIRA, M.W.; FERRÃO, S.P.B.; SOUZA, X.R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frango de diferentes linhagens. **Ciênci. Agrotec.,** Lavras, v. 31, n. 1, p. 164-170, 2007.

VIEIRA, S. M. **Biscoito tipo cookie com adição de quitosana.** Universidade Federal do Ceará. Dissertação de mestrado em tecnologia de Alimentos.

Fortaleza, 2001.

WILKINSON, J. Os gigantes da indústria alimentar entre a grande distribuição e os novos clusters a montante. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 18, p. 147-174, abr. 2002.

XUE et al., J. XUE, T. CHANG, G. INGLET, C. CARRIERE AND Y. TSENG, Multiple-particle tracking study of microheterogeneity of nutrim-10 suspensions, *Cereal Chemical* **83** (1) (2006), pp. 37–41.

YALÇIN, E. et al. Effects of genotype and environment on β -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chem**, Turkey, v.101, p.171-176, 2007.

YANG, H., CHOI, S., JEON, J., PARK, G., & JOO, S. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texturemodifying agents. **Meat Science**, v. 75, n. 2, 283–289. 2007

YILMAZ, I., DAGHOGLU, O. The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. **Meat Science**, v. 65, n. 2, p. 8119-823, 2003.

YILMAZ, I. Effect of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. **Meat Science**, v. 67, p. 245-249, 2004.

YUN-SANG, C.; JI-HUN, C.; DOO-JEONG, H.; HACK-YOUN, K.; MI-AI, L.; HYUN-WOOK, K.; JONG-YOUN, J.; CHEON-JEI, K. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*. Vol. 82, p.266-271, 2009..

CAPÍTULO II

Seleção de grãos de cereais para aplicação em produtos cárneos reestruturados

Seleção de grãos de cereais para aplicação em produtos cárneos reestruturados.

RESUMO

Os cereais integrais podem ser utilizados como ingredientes em alimentos industrializados com apelos nutricionais em função de sua favorável composição de fibras combinada às propriedades tecnológicas, entre as quais se destacam como agentes estabilizantes, espessantes, emulsificantes e extensores com boa capacidade de ligação de água. Desta forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos. Este trabalho tem como objetivo de selecionar grãos de cereais e seus derivados e avaliar as propriedades tecnológicas de diferentes cereais combinados na forma de *blends* para utilização como ingredientes no processamento de produtos cárneos reestruturados. Os cereais integrais selecionados foram (aveia, trigo, cevada, centeio, arroz, quinoa, linhaça) em suas diferentes formas (grãos, flocos, farelos, farinhas) através da composição centesimal e análise sensorial quando aplicados em reestruturados de frango. Do ponto vista sensorial, a aplicação individual de 1% dos cereais nos reestruturados apresentou boa aceitação entre os provadores. O *blend* composto dos sete tipos de cereais integrais selecionados apresentou uma boa composição centesimal e bom desempenho tecnológico avaliado através dos seus teores de umidade (10,25%), proteína (14,52%), lipídeos (10,39%), carboidratos (62,76%) e capacidade de retenção de água (4,8). Com este estudo conclui-se que os cereais integrais tiveram um bom potencial de aplicação no desenvolvimento de novos produtos cárneos reestruturados de frango.

Palavras-chave: grãos inteiros, flocos, farinhas, farelos, reestruturado de frango, aceitação sensorial, capacidade de retenção de água

Selection of cereal grains for application in restructured meat products

ABSTRACT

Whole grains can be used as ingredients in processed foods with nutritional appeals because of its favorable composition of fibers combined with the technological properties, among which stand out as stabilizing agents, thickeners, emulsifiers and extenders with good water-binding capacity. Thus, they can be used in the production of different products. This work aims to select grains and their derivatives and evaluate the technological properties of different cereals combined in the form of blends for use as ingredients in the processing of restructured meat products. The grains were selected (oats, wheat, barley, rye, rice, quinoa, flaxseed) in its different forms (grains whole, flakes, bran, flour) by chemical composition and sensory acceptance analysis when applied in restructured chicken meat . From the sensory standpoint, the individual application of 1% on cereal restructured showed good acceptance among the panelists. The blend composed of seven kinds of grains selected presented a good composition and technological performance through its moisture content (10.25%), protein (14.52%), lipid (10.39%), carbohydrates (62.76%) and capacity retention of water (4.8). The present study shows that the grains had a good potential the application in developing new meat products restructured chicken.

Palavras-chave: grain whole, flour, bran, flakes, restructured chicken meat, sensory acceptance, capacity retention of water

1 INTRODUÇÃO

Alimentos funcionais podem ser definidos como aqueles que possuem propriedades que vão além das funções nutricionais e são reconhecidos por conterem substâncias que atuam no organismo e modulam funções bioquímicas e/ou fisiológicas que oferecem maior proteção à saúde, inclusive com redução do risco de doenças crônicas e degenerativas. Vários componentes dos alimentos, tradicionalmente conhecidos como nutrientes, podem atuar, em determinadas concentrações, como substâncias funcionais. Dentre estes componentes podem ser citados algumas vitaminas, minerais essenciais, proteínas e peptídeos, ácidos graxos poliinsaturados da família ω -3 e componentes da fibra alimentar. Alimentos que contêm uma ou mais dessas substâncias, em concentrações adequadas, são considerados funcionais, no sentido de protegerem o organismo humano contra enfermidades e a degenerescência precoce. Alimentos ricos em fibra são os mais estudados e aplicados na indústria de alimentos. São recomendados para evitar ou diminuir perturbações intestinais, diabetes, aterosclerose e câncer (SGARBIERI e PACHECO 1999).

A fibra alimentar pode ser utilizada no enriquecimento de produtos ou como ingrediente, pois é constituída de polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos resistentes e amido resistente, entre outros, que tem diferentes propriedades físico-químicas. De maneira geral, estas propriedades permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, substituindo gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante, emulsificante; desta forma, podem ser aproveitadas na produção de diferentes produtos: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas, pães e derivados de carnes (CHOI et al., 2007).

Alimentos como grãos de cereais e de leguminosas, particularmente a aveia, feijões e soja, além das farinhas integrais ou farelos de trigo e de arroz, constituem excelentes fontes de fibra alimentar, tanto em sua forma natural como em alimentos processados. Além da fibra, os grãos de cereais e leguminosas

fornecem quantidades significativas de proteína e ácidos graxos insaturados e de vitaminas, alguns desses nutrientes apresentam propriedades funcionais fisiológicas. Os grãos e seus derivados, como farinhas e farelos integrais, juntamente com as frutas e hortaliças são as principais fontes de fibra alimentar (MAZZA,, 200)

Fibras de cereais, as quais possuem uma grande proporção de fibra insolúvel, tem vantagens fisiológicas e tecnológicas por constituírem principalmente de celulose. Destacam-se a capacidade de ligação de água e gordura e também a capacidade de reduzir custos de formulação (CATALANI et al., 2003).

As sementes de cereais e leguminosas são ainda importantes fontes de vitamina E. A vitamina E é especialmente importante na prevenção da peroxidação de lipídios e proteção da integridade de membranas biológicas, em geral (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

Jimenez-Colmenero et al. (2005) consideram que a adição de fibras em alimentos consumidos freqüentemente como os produtos cárneos pode ajudar a aumentar a ingestão diária de fibras e por isso, é uma importante estratégia de reformulação de produtos cárneos na atualidade.

Há vários relatos sobre a utilização de fibras em produtos cárneos. Segundo Yilmaz e Digliolu (2003), almôndegas com 5% e 10% de farelo de centeio tiveram alta aceitabilidade sensorial. Yasalar et al. (2007), estudaram farelo de cereais (aveia, milho, centeio e trigo) como fonte fibra alimentar na produção de almôndegas e concluíram que a formulação com adição de 10% de farelo de milho teve a melhor aceitabilidade global. Serdaroglu e Degirmencioglu (2004), avaliaram os efeitos dos níveis de gordura e farinha de milho sobre as propriedades sensoriais de almôndegas tipo turca. A avaliação sensorial indicou que a decrescente adição de gordura resultou em menor pontuação de textura e sabor. O Farelo de milho não teve qualquer efeito negativo sobre propriedades sensoriais exceto aparência.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral:

Selecionar e avaliar as propriedades tecnológicas de diferentes cereais para combiná-los na forma de *blends* a fim de serem utilizados como ingredientes no processamento de produtos cárneos reestruturados.

Objetivos específicos:

- Determinar a composição centesimal e capacidade de retenção de água de diferentes grãos de cereais.
- Elaborar *blends* de diferentes cereais para adição em produtos cárneos reestruturados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Elaboração de produto cárneo reestruturado com adição de diferentes cereais integrais e leguminosas.

Para a seleção de diferentes cereais e futura elaboração de *blends* para adição em produto cárneo reestruturado, foi estabelecido como matéria-prima principal carne de frango para resultar numa matriz considerada saudável. A seguir serão descritas as etapas no processamento desse produto.

3.1.1 Caracterização de matéria-prima e ingredientes

A matéria-prima cárnea utilizada para a elaboração do reestruturado foi constituída de blocos de peito de frango congelado e blocos pele de frango congelada fornecidos por frigorífico industrial com qualidade assegurada (Sadia S.A./Brasil).

Os cereais e leguminosas utilizados no experimento foram adquiridos de fornecedor reconhecido no segmento cerealista com identificação de produtores para cada cereal estudado (Cerealista Santa Helena, SP/Brasil). Os produtos estudados foram: farinha de linhaça marrom, farinha de arroz, farelo de centeio, glúten de trigo, farinha de aveia, farinha de trigo integral, farinha de soja crua, farelo de aveia fino, farelo de aveia, flocos de centeio, flocos de trigo, flocos de arroz integral, flocos de cevada, flocos de soja, crispies de arroz, grão de aveia, grão de trigo, grão de centeio, semente de linhaça marrom e grão de quinoa negra.

Os aditivos e ingredientes utilizados nas formulações foram procedentes de empresas de ingredientes e aditivos cárneos New Max Industrial/Brasil e Kerry do Brasil Ltda.

O processamento foi realizado em escala piloto no laboratório de carnes e derivados da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp-FEA/UNICAMP.

3.1.2. Análises realizadas e processamento

a) Composição centesimal dos cereais integrais

Foram conduzidos estudos de composição centesimal para caracterização de 20 tipos de cereais: farinha de linhaça marrom, farinha de arroz, farelo de centeio, glúten de trigo, farinha de aveia, farinha de trigo integral, farinha de soja crua, farelo de aveia fino, farelo de aveia, flocos de centeio, flocos de trigo, flocos de arroz integral, flocos de cevada, flocos de soja, crispies de arroz, grão de aveia, grão de trigo, grão de centeio, semente de linhaça marrom, grão de quinoa negra.

a.1) Umidade

A umidade das frações foi determinada conforme método da AACC (AACC, 1995b). A secagem das amostras foi realizada em estufa da Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação forçada de ar. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%).

a.2) Proteína

A quantificação de proteína bruta ocorreu conforme método 46-13da AACC (AACC, 1995b). A digestão da amostra foi realizada em Bloco Digestor TE007A e a destilação em Destilador de Nitrogênio TE036/1. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%) em base seca com fator de conversão N=6,25.

a.3) Extrato etéreo (lipídios)

A determinação de extrato etéreo foi realizada através do método 30-25 da AACC (AACC, 1995a). A extração ocorreu em extrator Soxhlet da Marca QUIMIS® Modelo 308.526 e o extrato etéreo final foi seco em estufa Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação forçada de ar. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%) em base seca.

a.4) Cinzas

O teor de cinzas foi determinado através do método 08-01 da AACC (AACC, 1995a). A amostra foi carbonizada em cadinho de porcelana e incinerada em mufla da marca FORNITEC® Modelo 2031 a 600°C. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%) em base seca.

a.5) Carboidratos

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, subtraindo-se do peso inicial da amostra (em base seca), os teores de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas.

b) Aplicação dos cereais integrais em produtos cárneos

Foram elaboradas 20 formulações de produtos cárneos reestruturados de peito de frango, com 1% de cereais e uma formulação controle para comparação. O objetivo foi observar, em níveis baixos, como esses cereais seriam percebidos através das diferenças sensoriais e as propriedades tecnológicas.

c) Processamento de produto cárneo reestruturado adicionado de cereais

A carne de peito de frango e a gordura proveniente de pele de frango, com temperatura em torno de 4°C, foram moídas separadamente em disco de 3,5 mm. Após a moagem, a matéria-prima acondicionada previamente a 5°C foi adicionada de gelo, sal, tripolifosfato de sódio, ascorbato de sódio, proteína de soja, condimentos (pimenta branca, alho em pó, cebola em pó) e por último o cereal, conforme Tabela 1. Após a homogenização em cutter (Mado, Germain), a massa foi embalada em embalagem plástica de polietileno de baixa densidade (PEBD) em camadas de 2 cm de espessura e levada ao freezer até atingir 4°C. Cada unidade de 100 gramas foi moldada em hambúrguer manual de 10 cm de diâmetro, congelados e estocados a -18°C até o momento das análises. Todo o procedimento foi realizado em escala piloto, com cerca de 1,0 kg em cada formulação.

Os ingredientes foram adicionados em mesma quantidade em todas as formulações, exceto o peito de frango que foi adicionado em uma porcentagem maior na formulação controle. Os produtos cárneos reestruturados de frango foram grelhados em “Grill” (George Forman, modelo GB238, China) a 200°C até atingirem temperatura interna de 72°C.

Tabela 1. Formulação básica do produto cárneo reestruturado de frango.

Ingredientes	FC (Controle)	F1 a F20 (1%)
Peito de frango	79%	78%
Gordura	10%	10%
Água (gelo)	8%	8%
Sal	1,10%	1,10%
Proteína de soja	1%	1%
Tripolifosfato	0,30%	0,30%
Eritorbato de sódio	0,25%	0,25%
Cebola em pó	0,17%	0,17%
Alho em pó	0,14%	0,14%
Pimenta branca	0,04%	0,04%
Cereais	0%	1%
Total	100%	100%

FC: formulação controle; F1:farinha de linhaça marrom, F2:farinha de arroz, F3farelo de centeio, F4: glúten de trigo, F5:farinha de aveia, F6farinha de trigo integral, F7:farinha de soja crua, F8:farelo de aveia fino, F9:farelo de aveia, F10:flocos de centeio, F11:flocos de trigo, F12:flocos de arroz integral, F13:flocos de cevada, F14:flocos de soja, F15:crispies de arroz, F16:grão de aveia, F17:grão de trigo, F18:grão de centeio, F19:semente de linhaça marrom, F20:grão de quinoa negra.

3.2 Avaliação sensorial dos produtos reestruturados de frango com 1% de cereais integrais.

Foi conduzido o teste de aceitabilidade, com as formulações dos produtos reestuturados de frango adicionados de 1% cereais e seus derivados e uma formulação controle, totalizando 21 amostras. Quarenta e oito consumidores de carne foram recrutados de forma aleatória na Universidade Estadual de Campinas pra participar do estudo. Os consumidores foram instruídos para avaliar os produtos quanto ao aroma, cor externa, cor interna, sabor, textura e crocância,

utilizando escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo) (VILLANUEVA & DA SILVA, 2009), conforme Figura 1. Antes da execução do teste, todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido. Entre a degustação de cada amostra, foi solicitado que os provadores comessem biscoito cream-craker e água. Os efeitos *first-order* e *carry-over* foram balanceados através de delineamento próprio (MACFIE et al., 1989). Dado ao elevado número de amostras, o teste foi dividido em 5 blocos, sendo cada bloco com 4 a 5 amostras. As amostras foram servidas em copo plástico, identificado com números de três dígitos. Todas as análises sensoriais foram realizadas em cabines individuais, com temperatura e umidade controlada, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/ÚNICAMP. O teste foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, recebendo parecer número 277/2009.

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____
 Email: _____ Dep: _____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas de Hambúrguer de frango e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma nos atributos abaixo:

9 – gostei muitíssimo
 8 – gostei muito
 7 – gostei moderadamente
 6 – gostei ligeiramente
 5 – nem gostei / nem desgostei
 4 – desgostei ligeiramente
 3 – desgostei moderadamente
 2 – desgostei muito
 1 – desgostei muitíssimo

	AROMA	SABOR	TEXTURA	APARÊNCIA
AMOSTRA	Valor	Valor	Valor	Valor
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

2. Comente o que você mais gostou e menos gostou das amostras DE UM MODO GERAL:

MAIS GOSTOU: _____

MENOS GOSTOU: _____

Figura 1. Ficha utilizada para teste de escala hedônica

3.3. Elaboração de *blends* de cereais para adição em produto cárneo reestruturado de frango.

A partir dos ensaios realizados acima, sete cereais que obtiveram melhor desempenho quanto à composição centesimal e análise sensorial foram selecionados para a formulação de quatro *blends*, descritos na Tabela 4.

Os cereais foram divididos em três categorias para a elaboração dos *blends* conforme sua forma de processamento: grão inteiro, farinhas/farelos e flocos por apresentarem capacidade de retenção de água, valores nutricionais e propriedades de textura diferenciadas.

Os critérios de seleção em relação à composição centesimal das diferentes formas de apresentação dos cereais integrais basearam-se nos altos teores de proteína, baixos teores de carboidratos e lipídeos, assim como a sua funcionalidade de acordo com a literatura. Na análise sensorial, levou-se em conta principalmente os atributos de sabor e textura.

Os cereais integrais selecionados de acordo com a forma de processamento foram:

- *blend 1 grãos*: semente de linhaça marrom + grão de quinoa negra
- *blend 2 farinhas/farelos*: farelo de aveia + farelo de centeio + farinha de trigo integral
- *blend 3 flocos*: flocos de cevada + flocos de arroz integral
- *blend 4 (total)* compostos pelos três *blends* resultando em um *blend* com sete tipos de cereais integrais: semente de linhaça marrom + grão de quinoa negra + farelo de aveia + farelo de centeio + farinha de trigo integral flocos de cevada + flocos de arroz integral.

3.3.1 Avaliação dos *blends* .

Os *blends* descritos foram avaliados quanto à:

a) Composição centesimal

Através das determinações de umidade, cinzas, proteína, fibra bruta, carboidratos por diferença e determinação de lipídios por SOXHLET foram realizadas em triplicata, com descritas acima, segundo AACC (1995).

a) Capacidade de retenção de água (CRA):

A CRA foi determinada, em triplicata, conforme metodologia proposta por Anderson et al. (1969), com modificações. Uma amostra de 2,5g em base seca foi mantida em 30mL de água destilada a 25°C por 30min, sob agitação em tubos TECNAL com capacidade de 50mL.

A suspensão foi centrifugada a 2200g por 10min em centrífuga FANEM®, Modelo 204NR, e o sobrenadante evaporado e seco em estufa da Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação e renovação de ar a 105°C por 4 horas. Os resultados foram calculados por meio das seguintes equações:

$$CRA = Mrc / Ma - Mre$$

Onde:

CRA = capacidade de retenção de água;

Mre = Massa do resíduo de evaporação (g);

Ma = Massa da amostra (g), em base seca.;

Mrc = Massa do resíduo de centrifugação (g).

3.3. Análise estatística

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata,. Os resultados, incluindo os dados experimentais da análise sensorial, foram tratados por análise de variância (ANOVA), para verificar se as amostras foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). A comparação de medias foi realizada pelo teste de Tukey sendo a diferença mínima estabelecida ao nível de 5% de significância. Os cálculos foram realizados através do software STATISTICA 5.5 para Windows (STATSOFT Inc., 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição centesimal de diferentes grãos de cereais

A Tabela 2 apresenta os valores da composição centesimal dos diferentes tipos de cereais integrais.

Tabela 2. Composição centesimal dos componentes derivados de cereais integrais e soja.

Cereais	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Carboidratos* (%)
Farinha de linhaça marrom	6,60 ^h	18,81 ^c	34,65 ^b	3,71 ^b	36,23 ^g
Semente de Linhaça	7,03 ^{gh}	19,18 ^c	39,30 ^a	3,61 ^b	30,88 ^{gh}
Farinha de arroz	9,47 ^{cdef}	7,75 ^{fg}	2,58 ^{ij}	0,38 ⁱ	79,82 ^b
Crispies de Arroz	2,12 ⁱ	7,48 ^g	0,22 ⁿ	1,07 ^{gh}	89,11 ^a
Flocos de Arroz Integral	12,62 ^a	9,02 ^{efg}	2,10 ^{ij}	1,32 ^{fg}	74,93 ^{bc}
Farelo de Centeio	9,37 ^{def}	16,62 ^{cd}	1,89 ^{lm}	1,66 ^{de}	70,46 ^{cde}
Flocos de Centeio	11,58 ^{ab}	14,16 ^{cdef}	1,43 ^m	1,86 ^{cd}	70,97 ^{cd}
Grão de Centeio	11,43 ^{abc}	14,43 ^{cde}	1,80 ^{lm}	1,58 ^{def}	70,76 ^{cd}
Glúten de Trigo	7,92 ^{fgh}	77,04 ^a	2,88 ⁱ	0,92 ^h	11,23 ⁱ
Farinha de Trigo Integral	10,39 ^{bcde}	12,89 ^{cdefg}	1,55 ^m	1,56 ^{def}	73,61 ^{bcd}
Flocos de Trigo	11,45 ^{abc}	14,20 ^{cdef}	1,63 ^{lm}	1,57 ^{def}	71,15 ^{cd}
Grão de Trigo	12,56 ^a	13,45 ^{cdefg}	1,76 ^{lm}	1,57 ^{def}	70,65 ^{cd}
Farinha de Aveia	7,62 ^{fgh}	10,49 ^{defg}	9,32 ^e	1,53 ^{ef}	71,04 ^{cd}
Farelo de Aveia Fino	8,06 ^{fgh}	18,75 ^c	7,59 ^f	1,72 ^{de}	63,88 ^{ef}
Farelo de Aveia	8,64 ^{efg}	19,24 ^c	6,95 ^g	1,80 ^{cde}	63,37 ^f
Aveia Grão	12,87 ^a	16,11 ^{cd}	5,56 ^h	1,61 ^{def}	63,85 ^{ef}
Farinha de Soja Crua	7,59 ^{fgh}	39,80 ^b	22,94 ^c	4,45 ^a	25,22 ^h
Flocos de Soja	6,88 ^{gh}	38,40 ^b	21,05 ^d	4,57 ^a	29,10 ^h
Flocos de Cevada	12,42 ^a	12,04 ^{defg}	1,79 ^{lm}	1,73 ^{de}	72,02 ^{cd}
Quinoa Negra	11,19 ^{abcd}	13,31 ^{cdefg}	5,69 ^h	2,12 ^c	67,69 ^{cef}

% de Carboidratos calculado por diferença

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey).

Na Tabela 2 verifica-se que o resultado da composição centesimal de cada cereal e da soja sofre alterações conforme sua forma de apresentação, farinha, farelo, flocos, crispies e grãos.

Através dos valores médios de umidade dos cereais apresentados na Tabela 2, foi possível constatar que houve diferença significativa para o trigo, arroz, aveia e centeio de acordo com a sua forma de processamento. Os cereais na forma de grãos (11,19% a 12,87%) apresentaram os maiores valores de umidade, e os menores valores para as farinhas (6,60% a 9,47%) e o crispies de

arroz (2,26%). As diferenças observadas podem ser atribuídas ao processo de estabilização/tostagem realizado durante o processamento do grão, o que, por sua vez, tem por finalidade reduzir o teor de água pelo calor. O trigo, a aveia, o arroz e o centeio apresentaram diferença significativa de acordo com sua forma de processamento. A semente de linhaça e soja não apresentaram diferença significativa no teor de umidade para as suas diferentes formas de processamento (grão, flocos e farinhas).

Com relação à concentração protéica, a aveia e o glúten de trigo foram os únicos que apresentaram diferenças significativas entre suas formas de processamento. O grão de aveia apresentou maior teor de proteína que o seu derivado de farinha diminuindo a concentração protéica conforme o grau de processamento. Mayer (2007), verificou nos grãos de cevada integrais média de proteína de 13,01%, enquanto nos grãos de cevada sem casca a média observada foi de 12,21%. Enquanto que Fuke (2007), na avaliação de grãos integrais de diferentes genótipos constatou valores entre 10,74 e 12,47%, e após o descascamento dos grãos a variação foi de 9,66 a 11,42. Os teores de proteína bruta nos grãos aumentam de dentro para fora, conseqüentemente, nas farinhas eles tendem a diminuir na medida em que se eleva o grau de extração através dos diferentes métodos aplicados na indústria (POMERANZ, 1987).

O glúten de trigo apresentou a maior concentração de proteína, 77,03% devido ao glúten ser uma proteína amorfa, que é obtido da farinha de trigo e alguns outros cereais, lavando o amido (fécula). Os demais cereais e a soja não diferiam significativamente no teor de proteína pela sua forma de beneficiamento.

A soja e a linhaça foram as amostras que obtiveram maior concentração protéica com média 38% e 19% e as menores de concentração foram observadas para as amostras derivadas do arroz com média entre (7 e 9%) por ser constituída, basicamente, pelo endosperma amiláceo.

Quanto aos teores de lipídeos nos diferentes processamentos, o grão de cevada, centeio, trigo e arroz demonstram pequena contribuição lipídica,

característica da maioria dos cereais. A linhaça apresentou os maiores teores de lipídios, 39,32%, seguidos da farinha de soja (22,94%).

Segundo Morrison (1978), a porcentagem de lipídios no grão de aveia varia entre 5,0 e 9,0%, sendo superior às porcentagens encontradas em trigo (2,1-3,8%), arroz (1,83-2,5%), cevada (3,3-4,6%) e centeio (2,0-3,5%).

A aveia, a linhaça e a soja apresentaram diferença significativa de acordo com a sua forma de processamento. As farinhas apresentaram maiores porcentagem de lipídeos que os grãos. A farinha de aveia apresentou maior concentração de lipídios (10,49) que a grão de aveia (5,56%), isso pode ser explicado pela concentração de lipídios através da diminuição da umidade. Com respeito à fração de cinzas, esta foi maior na semente de linhaça (3,70%) e na soja (4,94%). Os derivados do arroz obtiveram as menores porcentagens de cinzas.

Gutkoski et al (1997), em estudo de caracterização química da cariopse e de frações de moagem de granulometria superior e inferior a 532 mesh, da aveia, verificaram valores de 8,90%, na fração de granulometria superior a 532 mesh, 8,0% na cariopse e 7,27% na fração de granulometria inferior a 532 mesh. Sá, Francisco e Soares (1998), estudando a variação da composição química da aveia após tratamento térmico, encontraram valores de 9,47% de lipídios na aveia *in natura* e 8,67% na aveia tratada termicamente.

A porcentagem de carboidratos foi maior para os derivados de arroz (79 a 89%) e menor para os derivados da linhaça (30 a 36%). A farinha de aveia apresentou diferença significativa com maior porcentagem de carboidratos (71,04) comparadas com os grãos e farelos com média de 63%.

A porcentagem de proteínas no grão de aveia foi de 16,11% e no farelo 19,23%. A maior concentração de proteínas está no farelo e endosperma, correspondendo a aproximadamente 48,6% e 45,1%, respectivamente. Estas frações representam de 42,3% a 54,8% do peso total do grão.

O grão de quinoa negra apresentou 13,31% de proteína, 5,71% de lipídeos, 2,12% de cinzas e 67,69% de carboidratos.

Para o flocos de cevada os valores encontrados foram de 12,04% de proteína, 1,79% de lipídeos 1,73% de cinzas e 72,02% de carboidratos.

4.2. Avaliação sensorial dos reestruturados de frango com 1% de cereais integrais

Os resultados obtidos com a análise sensorial (teste de consumidor) para os atributos aroma, sabor, textura e aparência dos produtos cárneos reestruturados de frango são apresentados na Tabela 3.

Pode-se verificar que a formulação com 1% de farinha de soja crua foi a única que apresentou diferença significativas entre as amostras ($p < 0,05$) para os atributos de aroma e sabor. As demais amostras não diferiram estatisticamente nos atributos de aroma, sabor, textura e aparência.

O sabor intenso da soja é o principal fator limitante ao consumo de produtos dessa leguminosa, desagradável ao paladar ocidental. Segundo Goossens (1974), o sabor característico de “soja cru” deve-se aos compostos voláteis de baixo peso molecular, resultantes da ação catalítica da enzima lipoxigenase na oxidação de ácidos graxos insaturados, especialmente linoleico e linolênico. O amargor e a adstringência estão relacionados a compostos não voláteis como as isoflavonas, especialmente na forma aglicona, e as saponinas (KWOK & NIRANJAN, 1995).

Pode-se dizer que sob o ponto de vista sensorial, os produtos cárneos reestruturado de frango com adição de 1% de cereais apresentaram boa aceitação sensorial, com notas variando entre 6 (gostei ligeiramente) a 7(gostei moderadamente). Esses resultados podem ser devido ao teor baixo de adição dos cereais, mas cumprem com o propósito que foi verificar se algum dos componentes mesmo em níveis baixos apresentariam algum indicador sensorial de rejeição.

Tabela 3. Médias das notas obtidas no teste de aceitação sensorial dos produtos de frango com adição de 1% de cereais integrais.

Formulações	Aroma	Sabor	Textura	Aparência
F1	6,58 ^a	6,79 ^a	6,9 ^a	6,02 ^a
F2	6,81 ^a	6,58 ^a	6,52 ^a	6,87 ^a
F3	6,75 ^a	7,25 ^a	7,04 ^a	6,62 ^a
F4	7,02 ^a	6,58 ^a	6,66 ^a	6,83 ^a
F5	7,10 ^a	7,20 ^a	7,35 ^b	6,89 ^a
F6	6,60 ^a	7,16 ^a	7,29 ^b	6,83 ^a
F7	5,29 ^b	5,31 ^b	6,10 ^a	6,10 ^a
F8	7,00 ^a	7,10 ^a	6,29 ^b	7,00 ^a
F9	7,27 ^a	7,35 ^a	6,91 ^a	7,02 ^a
F10	6,72 ^a	7,04 ^a	7,14 ^a	6,37 ^a
F11	6,68 ^a	7,00 ^a	7,20 ^a	6,00 ^a
F12	6,72 ^a	7,02 ^a	6,35 ^a	6,72 ^a
F13	6,31 ^a	7,02 ^a	6,72 ^a	6,52 ^a
F14	6,45 ^a	6,89 ^a	6,45 ^a	6,45 ^a
F15	7,02 ^a	6,68 ^a	6,33 ^b	6,66 ^a
F16	6,83 ^a	7,10 ^a	6,37 ^a	6,37 ^a
F17	6,91 ^a	7,06 ^a	6,45 ^a	6,58 ^a
F18	6,43 ^a	7,02 ^a	6,22 ^a	6,45 ^a
F19	6,72 ^a	7,25 ^a	6,62 ^a	5,87 ^a
F20	6,68 ^a	7,12 ^a	6,43 ^a	5,89 ^a
FC	6,77 ^a	7,37 ^a	6,47 ^a	6,66 ^a

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey).

FC: formulação controle; F1:farinha de linhaça marrom, F2:farinha de arroz, F3:farelo de centeio, F4: glúten de trigo, F5:farinha de aveia, F6:farinha de trigo integral, F7:farinha de soja crua, F8:farelo de aveia fino, F9:farelo de aveia, F10:flocos de centeio, F11:flocos de trigo, F12:flocos de arroz integral, F13:flocos de cevada, F14:flocos de soja, F15:crispies de arroz, F16:grão de aveia, F17:grão de trigo, F18:grão de centeio, F19:semente de linhaça marrom, F20:grão de quinoa negra.

4.3. Elaboração de *blends* de cereais para adição em produto cárneo reestruturado de frango.

Os resultados encontrados no estudo referente à composição centesimal e análise sensorial foram utilizados para selecionar sete cereais que foram

combinados na forma de *blends* para aplicação em produto cárneo reestruturado de frango. O objetivo foi promover a elaboração de *blends*, os quais foram caracterizados por elevados teores de fibras, mas de diferentes cereais em combinação, os quais por sua vez, foram adicionados individualmente em pequenas quantidades.

Os critérios de seleção em relação à composição centesimal das diferentes formas de apresentação dos cereais integrais basearam-se nos altos teores proteína, baixos teores de carboidratos e lipídeos (Tabela 2), assim como a suas propriedades funcionais de acordo com a literatura. Na análise sensorial, levou-se em conta principalmente os atributos de sabor e textura.

Sete cereais que obtiveram melhor desempenho quanto à composição centesimal e análise sensorial foram selecionados para a formulação de três *blends*, descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Formulação dos *blends*

<i>blend 1 Grãos</i>	
Semente de linhaça marrom	60%
Grão de quinoa negra	40%
<i>blend 2 Farinhas/Farelos</i>	
Farinha. trigo integral	40%
Farelo de aveia	30%
Farelo de centeio	30%
<i>blend 3 Flocos</i>	
Flocos de arroz integral	40%
Flocos de cevada	60%
<i>blend 4 Total</i>	
Semente de linhaça marrom	19,98%
Grão de quinoa negra	13,32%
Farinha. trigo integral	13,32%
Farelo de aveia	9,92%
Farelo de centeio	9,92%
Flocos de arroz integral	19,98%
Flocos de cevada	13,32%

4.4. Avaliação da composição centesimal e CRA de *blends* de cereais e derivados.

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados do teste de capacidade de retenção de água dos cereais estudados e dos *blends* elaborados, respectivamente. O objetivo desse teste foi avaliar quantitativamente a capacidade desses compostos em reter uma quantidade de água adicionada após esforço mecânico (centrifugação), em relação a seu peso inicial.

Tabela 5. Capacidade de retenção de água dos cereais selecionados

Cereais	CRA - M (DP)
Farelo de Centeio	6,52 ^b (0,21)
Farinha de Trigo Integral	5,45 ^c (0,03)
Farelo de Aveia	5,33 ^c (0,07)
Flocos de Arroz Integral	7,27 ^a (0,34)
Flocos de Cevada	4,18 ^d (0,06)
Semente de Linhaça	3,63 ^e (0,18)
Quinoa Negra	2,91 ^f (0,05)

M=média; DP=desvio padrão

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey)

Flocos de arroz integral foi o cereal que apresentou maior capacidade de retenção de água (7,27) devido o grão de arroz apresentar o endosperma rico em substância de reserva o amido, à medida que o endosperma é reduzido em partículas menores durante o processamento do grão alguns grânulos de amido são danificados mecanicamente, influenciando suas características. Os danos nos grânulos de amido se correlacionam com as variáveis de absorção de água. Quando se trata da presença de amido danificado na farinha, farelo ou flocos, pode-se dizer que ele tem sua superfície de contato com a água e outros constituintes da massa aumentada e da mesma forma os sítios de ligação, permitindo assim, que se estabeleçam maior número de interações por pontes de hidrogênio com moléculas de água disponíveis, resultando numa massa com maior umidade final (EVERS, 1999).

Tabela 6. Capacidade de retenção de água dos *blends*

<i>blends</i>	CRA - M (DP)
<i>blend</i> 1 grãos	3,35 ^a (0,15)
<i>blend</i> 2 farelos/farinhas	5,74 ^b (0,08)
<i>blend</i> 3 flocos	5,42 ^b (0,22)
<i>blend</i> 4 total	4,84 ^c (0,41)

M=média; DP=desvio padrão

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey)

blend 1: grãos (semente de linhaça marrom e quinoa negra); *blend* 2: farinhas (farinha de trigo integral, farelo de centeio e farelo de aveia); *blend* 3: flocos (flocos de arroz integral e flocos de cevada); *blend* 4: combinação dos sete cereais.

Os *blends* de farinha e flocos não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em suas respectivas capacidades de retenção de água. Estes valores foram superiores a algumas fibras comerciais encontradas no mercado, como o farelo de aveia Oat Bran (5,33), fibra de aveia Vitacel HF600 (4,18) e Raftiline HPX, inulina (1,32), analisadas por Barretto (2007). O *blend* de grãos inteiros composto por semente de linhaça marrom e grão de quinoa negra apresentou o menor valor de capacidade de retenção de água (3,34) por causa do difícil acesso da água entre as cadeias do amido, devido a cristalinidade do amido limitar sua expansão (GONÇALVES, 2002; ANTUNES & RODRIGUES, 2006). A CRA sofreu redução conforme aumentou a área das frações, em função da diminuição da área superficial para difusão da água (HOSENEY, 1998; HUBER, 2001). Jimenez-Colmenero et al. (2005) relatam que a fibra insolúvel favorece a capacidade de retenção de água.

O *blend* contendo sete cereais composto por grãos, farinhas/farelos (farelo e flocos, obteve uma média de 4,8 de capacidade de retenção de água, superior ao *blend* de grão, esses dados demonstram que *blends* compostos por cereais em suas diferentes formas de processamento melhoram suas características tecnológicas.

A Tabela 7 apresenta a composição centesimal do *blend* de grãos, *blend* de farinha/farelos, *blend* flocos e do *blend* total composto pelos sete tipos de cereais (grãos, farinha/farelos e flocos).

Tabela 7. Composição centesimal dos *blends*.

Blends	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Carboidratos* (%)
<i>blend 1</i>	8,69	16,83	25,88	3,01	45,59
<i>blend 2</i>	9,55	15,91	3,29	1,66	69,59
<i>blend 3</i>	12,50	10,83	1,99	1,56	73,12
<i>blend 4</i>	10,25	14,52	10,39	2,08	62,76

* % de carboidratos calculados por diferença

blend 1: grãos (semente de linhaça marrom e quinoa negra); *blend 2*: farinhas (farinha de trigo integral, farelo de centeio e farelo de aveia); *blend 3*: flocos (flocos de arroz integral e flocos de cevada); *blend 4*: total (combinação dos sete cereais).

O *blend* de grãos apresentou menor teor de umidade (8,69%) e carboidratos (45,59%) e maiores teores de proteína (16,83%), lipídeos (25,88%), cinzas (3,01%) comparado aos *blends* de farinhas/farelos e flocos. A alta porcentagem de lipídeos é devido à composição centesimal da linhaça que tem alto valor de lipídeo com boa relação de ácidos graxos ω -3 (ácido α -linolênico) e ω -6 (ácido linoléico). Os valores de proteína (14,52%) devem-se à interação entre a semente de linhaça e quinoa negra.

O *blend 4* é composto pela mistura dos outros 3 tipos de *blends* resultando em *blend* com 7 tipos de cereais integrais, resultando em valores médios de umidade (10,25%), proteína (14,52%), lipídeos (10,39%), cinzas (2,08%), carboidratos (62,76%).

5. CONCLUSÕES

O tipo de processamento empregado pelas indústrias no beneficiamento dos grãos promove modificações na composição físico-química, com diminuição no teor de umidade e aumento nos teores de proteínas, lipídeos e carboidratos. Independente da forma de processamento do grão (integral, flocos e farinha), todos apresentam potencial protéico importante.

A capacidade de retenção de água também foi beneficiada pelo processamento dos grãos. Os cereais na forma de flocos e farinhas apresentaram maior capacidade de retenção de água que os grãos inteiros.

Do ponto de vista sensorial, os produtos cárneos reestruturados de frango com adição de 1% de cereais apresentaram aceitação sensorial satisfatória com bons resultados para aroma, sabor, textura e aparência não diferiram estatisticamente do controle.

Os diferentes constituintes químicos do *blend* composto pelos sete tipos de cereais integrais selecionados apresentou teores adequados de proteínas, lipídeos e carboidratos e um bom índice de capacidade de retenção de água, permitindo a utilização diferenciada desses cereais pela indústria de alimentos pelo seu potencial tecnológico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.** v.1. 9th ed. St. Paul, 1995a.

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.** v.2. 9th ed. St. Paul, 1995b.

BARRETTO, A.C.S.; Efeito da adição de fibras com substituto de gordura em mortadela. 2007 163p. **Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2007.

CATALANI AL et al. Fibras alimentares. Revista Brasileira de Nutrição Clínica, 2003;18:178-182, 2007

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. V.; GRIFFIN JR., E. L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, Minneapolis: AACC, v.14, nº1, p.4-7, 1969.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismo de carboidratos não estruturais. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal : Funep, p. 151-182, 2006.

CATALANI, A. L. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, p.178-182, 2003.

CHOI, Y.S; JEONG, J.Y; CHOI, J.H; et al. Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausages. **Korean Journal For Food Science Of Animal Resources** v. 27(2) p. 228-234, 2007.

EVERS, A.D. et al. Cereal structure and composition. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.629-50, 1999.

FUKE, G. **Uso de grãos de cevada**: caracterização bromatológica de cultivares e respostabiológica de ratos em crescimento. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GONÇALVES, A. A. **Cereais e farinhas**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

GOOSSENS, A. E. Protein foods: flavors and off-flavors. **Food Engineering**, v. 4, n. 10, p. 59-60, 1974.

GUTKOSKI, L.C., EL-DASH, A.A, PEDÓ, I. Caracterização química e nutricional de frações de moagem de aveia. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, n. 1, p. 121-134, 1997.

HOSENEY, R. C. **Principles of cereal science and technology**. 2nded., AACC, St. Paul, 1998. 378p.

HUBER, G. R. Snack foods from cooking extruders. *In*: LUSAS, E. W.; ROONEY, R. W. **Snack foods processing**. CRC Press, Boca Raton, p.315-368, 2001.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; AYO, M.J.; CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCL and dietary fibre as SALT replacers. **Meat Science**, Barking, v. 69, p. 781-788, 2005.

KWOK, K-C.; NIRANJAN, K. Review: Effect of thermal processing on soymilk. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 30, p. 263-295, 1995.

MACFIE, H.J., BRATCHELL, N., GREENHOFF, K., VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, US, n.4, p.129-148, 1989.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v. 30, n. 3/4, 1997, p.199-205.

MAZZA, G. Alimentos funcionales: aspectos bioquímicos y de processado. Zaragoza: Editora Acribia, 2000.

MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MORRISON, W.R. Cereal lipids. In: POMERANZ, Y. **Advances in Cereal Science and Technology**, Saint Paul, v. 2, p. 221-288, 1978

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486p.

SÁ, R. M. D. **Fracionamento de farinha de aveia (*Avena sativa* L.) para a concentração de nutrientes**. 1998. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SERDAROGLU, M.;DEGIRMENCIOGLU.O. Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some properties of Turkish type meatballs (koefte). **Meat Science**. V. 68 p. 291–296, 2004.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.2, p. 7-19, 1999.

STONE, H.; DIDEL, J.L.; **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press Inc., Orlando, 1985.

VILLANUEVA, N.D.M. and DA SILVA, M.A.A.P. Performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Qual. Prefer.* 20, 1–12, 2009.

ZHANG, G. C., J.; WANG, J.; DING, S. Cultivar and environmental effects on (1-3, 1-4)-b-D-glucan and protein content in malting barley. **Journal of Cereal Science**, v.34, p.295-301,2001.

YALÇIN, E.; ÇELİK, S.; AKAR, T.; SAYIM, I.; KÖKSEL, H. Effects of genotype and environment on beta-glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chemistry**, v.101, p.171-176, 2007

YASARLAR, E.E. DAGLIOGLU O , YILMAZ I . Effects of cereal bran addition on chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of Turkish meatballs. **Asian Journal off Chemistry**, v. 19 (3) p. 2353-2361, 2007.

YILMAZ, I., DAGLIOGLU, O. The effect of replacing fat with oat bran on fatty acid composition and physicochemical properties of meatballs. **Meat Science**, v. 65, n. 2,p. 8119-823, 2003

YILMAZ, I. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. **Journal of Food Engineering**. v. 69, p. 369–373, 2005.

CAPÍTULO III

***Utilização de blends de cereais em produtos
cárneos reestruturados empanados:
propriedades físico-químicas e aceitação
sensorial.***

Utilização de blends de cereais em produtos cárneos reestruturados empanados: propriedades físico-químicas e aceitação sensorial.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da adição de diferentes *blends* de cereais sobre as propriedades tecnológicas de produtos cárneos reestruturados e empanados. Foram utilizados sete tipos de cereais integrais e seus derivados (aveia, trigo, cevada, centeio, arroz, quinoa, linhaça) em forma de *blends* em reestruturados empanados em níveis variando de 6% a 24%, usando a metodologia de superfície de resposta para avaliar as características físico-químicas e aceitação sensorial. O teor de umidade diminuiu de acordo com o aumento na proporção de *blends* de cereais adicionados. Menores valores de absorção de óleo foram observados em formulações com até 15% de *blend* de cereais. Para os produtos empanados pré-fritos houve um aumento da saturação (C^*) da cor amarela cor (C^*) devido à adição dos *blends* de grãos e farinhas. Não houve efeitos significativos para cor e textura objetiva nos empanados fritos com adição de 24% de cereais integrais. Sensorialmente, o efeito dos *blends* e a interação entre grãos e farinhas contribuíram para a diminuição das notas para o atributo cor interna, ficando as notas na faixa 6,04 a 7,7 com a menor nota para a formulação com 24% de cereais. Os demais atributos ficaram na faixa de 7,0 a 8,9. Apresentaram boa aceitação (97%) e intenção de compra (91%) pelo painel de consumidores. Com isso, verificou-se que é possível adicionar até 24% de sete tipos de cereais integrais combinados em produtos empanados de frango, mantendo-se as suas qualidades tecnológicas e aceitação sensorial.

Palavras-chave: nuggets, metodologia de superfície de resposta, grão inteiro, flocos, farelos, farinhas.

***Use of blends of cereals in breaded restructured meat products:
physicochemical properties and sensory acceptance.***

ABSTRACT

The objective was to study the effect of adding different blends of cereal on the technological properties of breaded restructured meat products. We used seven types of grains and their derivatives (oats, wheat, barley, rye, rice, quinoa, flaxseed) in blends at levels ranging from 6% to 24% in the breaded meat product, using the response surface methodology to evaluate the physical and chemical characteristics and acceptance sensory. The moisture content decreased with increasing the proportion of blends of cereal added. Lower values for oil absorption were observed in formulations with up to 15% blend of cereals. For the pre-fried breaded products an increase of saturation (C^*) of yellow color due to the addition of the blends of grains and flours. There were no significant effects for color and texture in breaded fried foods with of adding 24% whole grains. Sensory, the effect of the blends and the interaction between grains and flours contributed to the decrease of the notes for the inside color, getting the notes in the range 6.04 to 7.7 with the lowest score for the formulation with 24% cereals. The other attributes were in the range 7.0 to 8.9. Showed good acceptance (97%) and purchase intent (91%) by the consumer panel. Thus, it was found that can add up to 24% of seven types of grains combined in breaded chicken products, while maintaining its quality attributes and sensory acceptance.

Keywords: nuggets, response surface methodology, grain whole, flour, bran, flakes

1.INTRODUÇÃO

A indústria da carne passa por importantes transformações com objetivo de reformular seus produtos, impulsionada pelas recentes exigências dos consumidores em busca de itens mais saudáveis. Produtos cárneos com apelos mais saudáveis são desafios para a área de desenvolvimento, pois representam uma oportunidade para estimular o consumo em função de seus efeitos benéficos principalmente na redução do risco de ocorrência de certas doenças crônicas (JIMENEZ-COLMENERO, REIG & TOLDRA, 2006).

Dentre esses componentes, as fibras têm sido descritas como uma das mais importantes categorias de ingredientes funcionais. As principais fontes de fibras disponíveis no mercado são aquelas oriundas do processamento industrial de cereais, leguminosas e outros tipos de vegetais. De acordo com Rao & Rao (1991) somam-se a estas fontes de fibras outros compostos, como a goma-guar e a alfa-celulose.

Os cereais integrais possuem uma grande proporção de fibra insolúvel, proporcionando vantagens tecnológicas e fisiológicas por constituírem principalmente de celulose. Destacam-se a capacidade de ligação de água e gordura e também a capacidade de reduzir custos de formulação (CATALANI et al., 2003). Os cereais integrais, por serem ricos em fibras, aceleram o tempo de passagem dos alimentos pelo intestino ajudando a prevenir a constipação intestinal, moderam a absorção de gordura diminuindo a taxas de colesterol sanguíneo, geram uma sensação de saciedade que pode levar a perda de peso e reduzem o risco de alguns tipos de câncer (intestino e estômago) (FILISETTI, 2006).

Yasalar et al. (2007), estudou a aplicação de farelos de cereais (aveia, milho, centeio e trigo), como fonte fibra alimentar na produção de almôndegas. As almôndegas com adição de farelo obtiveram menores valores para L^* , a^* e b^* que a amostra controle. Houve diminuição significativa entre as propriedades sensoriais das almôndegas no que diz respeito à adição de farelo. A formulação

controle e a formulação com adição de 10% de farelo de milho tiveram a melhor aceitabilidade global. A formulação com 15% de farelo de milho também levou produtos aceitáveis sensorialmente.

Choi et al. (2007), tiveram como objetivo estudar as características de qualidade do *batter* de carne com adição de fibras alimentares extraídas do farelo de arroz integral. Os valores de L^* e b^* do *batter* contendo fibra extraída de farelo de arroz foram inferiores ao controle, mas o valor de a^* do tratamento foi maior do que o controle. A coesividade, mastigabilidade, e elasticidade dos tratamentos foram maiores do que nos controles. A adição de fibra alimentar extraída de farelo de arroz elevou a qualidade do *batter* de carne.

O farelo de trigo foi utilizado como um substituto de gordura na produção de almôndegas por Yilmaz (2005). As almôndegas feitas com adição de 20% de farelo de trigo apresentaram maiores valores de L^* (luminosidade) e b^* (cor amarela). Em relação às propriedades sensoriais, a amostra controle teve maior aceitabilidade do que as outras amostras.

O mesmo autor, Yilmaz (2004), usou farelo de centeio, como um substituto de gordura na produção de almôndegas. As almôndegas apresentaram diferença significativa entre as amostras em relação às propriedades sensoriais sendo que as amostras com adição de 5%, 10% de farelo de centeio e a amostra controle apresentaram alta aceitabilidade.

No contexto dos produtos cárneos de maior valor agregado, as solicitações tecnológicas mais comuns se referem à garantia das características sensoriais desejáveis (empanados com “crocância” e suculência da carne no mesmo produto) e de segurança alimentar (VEGRO e ROCHA, 2007).

A oferta de empanados tem crescido cada vez mais por serem resultantes de um processo tradicional e de fácil realização (FISZMAN e SALVADOR, 2003). Os empanados oferecem inúmeras vantagens, possuem tamanho e forma apropriados, proporcionam menor perda durante cozimento e melhor aproveitamento dos músculos de menor valor comercial, agregando valor a matéria-prima, além de serem fáceis para aquecer e servir. São populares, devido

às suas características de textura, cor e sabor proporcionados pela cobertura utilizada, a qual pode ser composta de diferentes ingredientes proporcionando sabor diferenciado ao produto (XUE et al., 2006).

2. OBJETIVO GERAL

Estudar a influência da adição de diferentes combinações ou *blends* de cereais sobre as propriedades tecnológicas de produtos cárneos reestruturados e empanados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver e otimizar diferentes formulações de empanados de frango com adição de *blends* de cereais utilizando metodologia superfície de resposta.

Avaliar os efeitos da adição de *blends* de cereais sobre os atributos sensoriais de produtos empanados de frangos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matéria-prima

A matéria-prima cárnea utilizada para a elaboração do reestruturado foi constituída de blocos de peito de frango congelado e blocos de pele de frango congelada fornecidos por frigorífico industrial com qualidade assegurada (Sadia S.A./Brasil).

Os aditivos e ingredientes utilizados nas formulações foram procedentes de empresas de ingredientes e aditivos cárneos New Max Industrial/Brasil)e Kerry do Brasil Ltda.

Os cereais selecionados para o experimento obtido de análise de resultados da etapa anterior foram: semente de linhaça marrom, quinoa negra, flocos de arroz integral, flocos de cevada, farinha de trigo integral, farelo de aveia, farelo de centeio adquiridos de fornecedor reconhecido no segmento cerealista com identificação de produtores para cada cereal estudado (Cerealista Santa Helena, SP/Brasil).

Os ingredientes para o empanamento obtidos da empresa Kerry do Brasil Ltda (Campinas, BR), foram: pré-enfariamento: *predust* PDA 66 (aplicada ao substrato como camada interna de suporte ao sistema de cobertura), líquido de empanamento: *batter* BMA 91 (suspensão de sólido em líquido que age como camada ligante entre o substrato e a cobertura final) e a farinha de cobertura: *breadding* SPREMA 91 (aplicado ao substrato para conferir o aspecto visual de empanado). O veículo de fritura foi oleína de palma (Agropalma, Brasil).

3.2. Formulação dos *blends*

A partir dos ensaios preliminares realizados, sete cereais que obtiveram melhor desempenho quanto à composição centesimal e análise sensorial foram selecionados para a formulação de três *blends*, descritos na Tabela 1.

Os cereais foram divididos em três categorias para a elaboração dos *blends* conforme sua forma de apresentação: grão inteiro, farinhas/farelos e flocos por apresentarem capacidade de retenção de água, valores nutricionais e propriedades de textura diferenciadas.

Estes, por sua vez, foram utilizados em formulações de empanados reestruturados de frango para avaliação sensorial e tecnológica.

Tabela 1. Formulação dos *blends* de cereais.

<i>blend 1</i>		<i>blend 2</i>		<i>blend 3</i>	
Grãos	%	Farinha/Farelos	%	Flocos	%
Semente de linhaça marrom	60	Farinha de trigo integral	40	Flocos de arroz integral	40
Grão de quinoa negra	40	Farelo de aveia	30	Flocos de cevada	60
		Farelo de centeio	30		

3.3. Delineamento Experimental

Foi utilizada a metodologia de superfície de resposta para avaliar o efeito de três *blends* (x_1 , x_2 e x_3) e suas combinações, através do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2^3 , totalizando 18 formulações (8 fatoriais, 4 centrais e 6 axiais) e mais a formulação controle. As variáveis e os níveis de adição foram definidos baseados na composição centesimal dos *blends* e análise sensorial.

A Tabela 2 mostra as variáveis e níveis de adição dos *blends* de cereais integrais, de acordo com a metodologia de superfície de resposta.

Tabela 2. Níveis das variáveis independentes do delineamento estatístico utilizados no estudo de adição de cereais e derivados em produto cárneo empanado.

Codificações	Variáveis Independentes	Níveis				
		-1,68	-1	0	1	1,68
X_1	<i>blend 1</i> (grãos)	0	2	5	8	10
X_2	<i>blend 2</i> (farinhas/farelos)	0	2	5	8	10
X_3	<i>blend 3</i> (flocos)	0	2	5	8	10

blend 1: grãos (semente de linhaça marrom e quinoa negra); *blend 2*: farinhas/farelos (farinha de trigo integral, farelo de centeio e farelo de aveia); *blend 3*: flocos (flocos de arroz integral e flocos de cevada)

A definição da formulação com seus respectivos códigos e valores reais, bem como a matriz do planejamento experimental, no qual variou-se a adição dos *blends*, constam na Tabela 3.

Tabela 3. Delineamento estatístico do tipo composto central rotacional 2^3 utilizados no estudo de adição de cereais e derivados em produto cárneo empanado.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais (%)			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	Cereais
1	-1	-1	-1	2	2	2	6
2	1	-1	-1	8	2	2	12
3	-1	1	-1	2	8	2	12
4	1	1	-1	8	8	2	18
5	-1	-1	1	2	2	8	12
6	1	-1	1	8	2	8	18
7	-1	1	1	2	8	8	18
8	1	1	1	8	8	8	24
9	-1,68	0	0	0	5	5	10
10	1,68	0	0	10	5	5	20
11	0	-1,68	0	5	0	5	10
12	0	1,68	0	5	10	5	20
13	0	0	-1,68	5	5	0	10
14	0	0	1,68	5	5	10	20
15	0	0	0	5	5	5	15
16	0	0	0	5	5	5	15
17	0	0	0	5	5	5	15
18	0	0	0	5	5	5	15

A Tabela 4 apresenta as formulações detalhadas para este delineamento.

Tabela 4. Formulação dos reestruturados empanados do delineamento 2³ e formulação controle (%).

Ingredientes	Formulações (%)																		
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19*
Frango	73,0	67,0	67,0	61,0	67,0	61,0	61,0	55,0	69,0	59,0	69,0	59,0	69,0	59,0	64,0	64,0	64,0	64,0	79,0
Pele	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H ₂ O	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Sal	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Proteína de soja texturizada	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fosfato	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Eritorbato	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cebola desidratada em pó	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Alho desidratado em pó	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Pimenta branca	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
blend 1 (grãos)	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	0,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
blend 2 (farinhas/farelos)	2,00	2,00	8,00	8,00	2,00	2,00	8,00	8,00	5,00	5,00	0,00	10,0	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
blend 3 (flocos)	2,00	2,00	2,00	2,00	8,00	8,00	8,00	8,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	10,0	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
CEREAIS	6,0	12,0	12,0	18,0	12,0	18,0	18,0	24,0	10,0	20,0	10,0	20,0	10,0	20,0	15,0	15,0	15,0	15,0	0,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* F19: Formulação controle

3.4 Processamento de produtos reestruturados empanados de frango com adição de cereais integrais.

O processamento dos produtos empanados com adição de cereais seguiu o fluxograma apresentado na Figura 1 e 2.

A matéria-prima cárnea (blocos de peito de frango) congelada foi moída em moedor (marca HERMANN), em discos de 6 mm, enquanto o bloco de pele congelada foi moído em disco de 3 mm, ambos fornecidos pela empresa Sadia S.A. Após o processo de moagem, a carne foi processada em misturadeira (marca CAF, modelo M-60I) juntamente com os demais ingredientes, por um período de 8 min. Em seguida, a massa foi moldada na forma final dos *nuggets* em formadora (marca HOLLYMATIC). Após a moldagem, os produtos seguiram para a linha de empanamento e pré-fritura (marca STEIN), que contou com as seguintes etapas: primeiramente foram passados em *predust*, marca KERRY PDA66-TC, para serem, em seguida, imersos em *batter* (KERRY BMA 91). Para cobertura final, utilizou-se CRUMB SUPREMA SA 2000, também da KERRY. Os *nuggets* sofreram uma pré-fritura em óleo de palma (marca Agropalma) a 180°C durante aproximadamente 30 segundos. Após a pré-fritura, os produtos foram congelados, embalados a vácuo e armazenados a – 18 °C, para posterior avaliação físico-química.

O processamento foi realizado em planta piloto nas instalações da indústria Kerry do Brasil, Campinas/SP.



Figura 1. Ilustração do processamento dos reestruturados empanados com adição de cereais integrais. (a) bloco de peito de frango, (b) moagem, (c) misturadeira, (d) homogeneização, (e) adição de cereais, (f) massa, (g) e (h) moldagem, (i) pré-enfariamento, (j) esteira, (l) e (m) líquido de empanamento, (n) farinha de cobertura, (o) saída da pré-fritura, (p) pré-fritos.

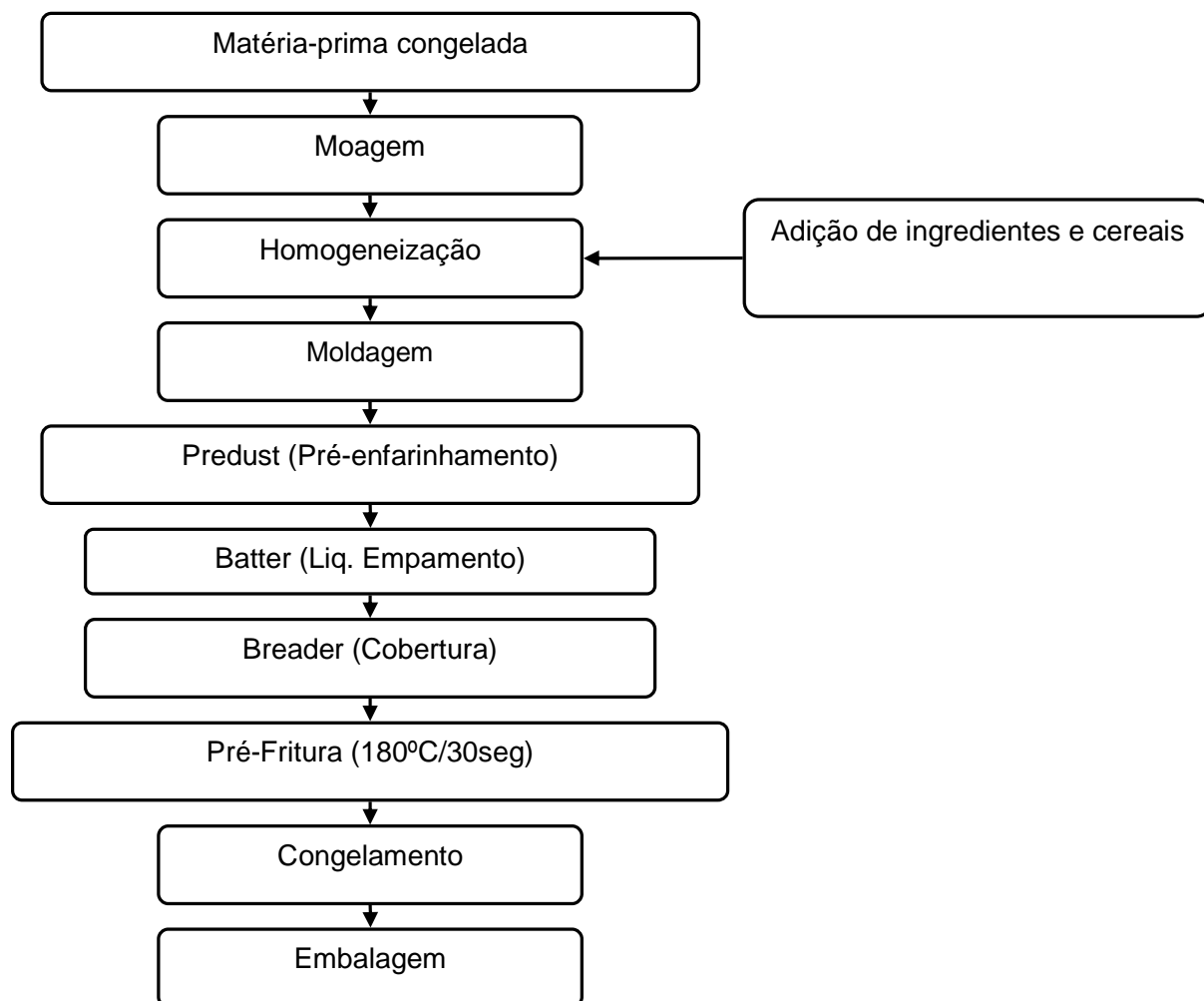


Figura 2. Fluxograma do processamento dos reestruturados empanados com adição de cereais integrais.

3.5 Avaliação das propriedades físico-químicas dos reestruturados empanados adicionados de cereais integrais

As seguintes análises foram realizadas nas amostras de cada formulação:

3.5.1 Determinação da porcentagem de umidade

Foi realizada em triplicata, segundo AOAC (1995). O teor de umidade foi determinado em três etapas do processamento: núcleo (massa cárnea com cereais sem empanamento), pré-frito (massa cárnea empanada e pré-frita a 185°C/ 30s), frito completo (produto pronto para ser consumido após cozimento em óleo de fritura a 185°C/3 min).

3.5.2 Determinação do teor de lipídeos

A determinação de extrato etéreo foi realizada pelo do método da AOAC (1995). A extração ocorreu em extrator Soxhlet da Marca QUIMIS® Modelo 308.526 e o extrato etéreo final foi seco em estufa Marca TECNAL®, Modelo TE 394/2, com circulação forçada de ar. A análise foi realizada em triplicata e os resultados expressos em porcentagem (%) em base seca.

3.5.3 Determinação de absorção de óleo

Foi determinada a partir dos resultados de umidade, peso e teor de lipídios obtidos dos empanados pré-fritos e após cocção final. Utilizou-se a equação 1 (EL-MAGOLI, 1996).

$$\% \text{ absorção de óleo} = \frac{(\text{peso após fritura} \times \text{teor de lipídeos após fritura})}{(\text{peso antes da fritura} \times \text{teor de lipídeos antes da fritura})} \times 100 \quad (1)$$

3.5.4 Determinação do pick-up

O pick-up (quantidade de sistema de cobertura aderido ao produto) foi determinado através de cálculo por meio de pesagem dos produtos após cada etapa de do processamento e calculado conforme a equação 2 (GL., 2002):

$$\% \text{ pick-up} = \frac{(\text{peso}_{\text{com cobertura}} - \text{peso}_{\text{sem cobertura}})}{(\text{peso final}_{\text{com cobertura}})} \times 100 \quad (2)$$

3.5.5 Avaliação de textura

A textura dos produtos foi medida através da força de cisalhamento, em texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System, Surrey, England) equipado com cela Warner bratzler (HDP/BSG, tipo guilhotina), célula de carga de 25 Kg, velocidades de deslocamento 10 mm/s, e distância de 30 mm (para cortar completamente a amostra) conforme ilustrado na Figura 4. O programa Texture Expert Exceed, versão 2.5, foi usado na coleta dos dados utilizando-se 10 medidas para cada formulação.



(a)



(b)

Figura 3. Análise de textura – (a) probe e amostra para análise, (b) amostras dos produtos.

3.5.6 Determinação de cor objetiva

Para esta análise, utilizaram-se cinco reestruturados empanados para cada método de cocção. Foram realizadas 20 leituras para cada ensaio. Cada leitura foi resultado da média de quatro pontos distintos, dois de cada lado do produto. A cor objetiva foi determinada utilizando-se um colorímetro, modelo COLOR QUEST II HUNTERLAB (Figura 4) A determinação baseou-se nos sistemas CIEL*C*h, C* indica cromaticidade e h o ângulo de tonalidade, representação em coordenadas polares do sistema L*a*b*, a partir das equações 3 e 4. No sistema CIEL*a*b*, L* indica luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* representam as coordenadas de cromaticidade, sendo que +a* indica tendência para o vermelho e -a* tendência para o verde; +b* indica tendência para o amarelo e -b* tendência para o azul, em coordenadas cartesianas Sendo iluminante D65, ângulo de visão de 10°, calibração "Reflectance Specular Included" (RSIN). Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.

$$C^* = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (3)$$

$$h (^{\circ}) = \tan^{-1}(b/a) \quad (4)$$



(a)



(b)

Figura 4. Análise de cor – (a) amostra no momento da leitura, (b) amostras dos produtos fritos.

3.5.7 Análise Sensorial

Foi conduzido o teste de aceitabilidade, com as formulações dos produtos empanados adicionados de cereais e a formulação controle, totalizando 19 amostras. Quarenta e oito consumidores de carne foram recrutados de forma aleatória na Universidade Estadual de Campinas pra participar do estudo. Os consumidores foram instruídos para avaliar os produtos quanto ao aroma, cor externa, cor interna, sabor, textura e crocância, utilizando escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo) (VILLANUEVA & DA SILVA, 2009). Adicionalmente, avaliaram a aceitação do produto e a intenção de compra em uma escala tipo binomial (sim/não) (SOLER,2005), conforme Figura 5. Antes da execução do teste, todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido. Entre a degustação de cada amostra, foi solicitado que os provadores comessem biscoito cream-craker e água. Os efeitos *first-order* e *carry-over* foram balanceados através de delineamento próprio (MACFIE et al., 1989). Dado ao elevado número de amostras, o teste foi dividido em 4 blocos, sendo cada bloco com 5 amostras. As amostras foram servidas em copo plástico, identificado com números de três dígitos. Todas as análises sensoriais foram realizadas em cabines individuais, com temperatura e umidade controlada, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/ÚNICAMP. O teste foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, recebendo parecer número 277/2009.

Nome: _____ Data: _____

Email: _____ Dep: _____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas de *Nuggets* de frango e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma nos atributos abaixo:

9 – gostei muitíssimo
 8 – gostei muito
 7 – gostei moderadamente
 6 – gostei ligeiramente
 5 – nem gostei / nem desgostei
 4 – desgostei ligeiramente
 3 – desgostei moderadamente
 2 – desgostei muito
 1 – desgostei muitíssimo

AMOSTRA	AROMA valor	APARÊNCIA Cor externa valor	APARÊNCIA Cor interna valor	SABOR valor	TEXTURA valor	CROCÂNCIA valor
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

2. Por favor, com relação a cada amostra, indique se você GOSTOU ou NÃO GOSTOU, de um modo geral. Responda **SIM**, caso você tenha gostado da amostra ou **NÃO** caso você não tenha gostado a amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

3. Por favor, com relação a cada amostra, indique qual seria sua INTENÇÃO DE COMPRA. Responda **SIM**, caso você comprasse a amostra ou **NÃO** caso você não comprasse a amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

_____ SIM () NÃO ()

4. Comente o que você mais gostou e menos gostou das amostras DE UM MODO GERAL:

MAIS GOSTOU: _____

MENOS GOSTOU: _____

Figura 5. Ficha utilizada pra teste de escala hedônica

Para avaliação dos dados foi utilizada significância de 10% ($p < 0,10$) devido a maior subjetividade desta resposta. Em análise sensorial, é comum utilizar esta significância (RODRIGUES & IEMMA, 2005).

Os testes foram conduzidos no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em cabines individuais e com iluminação representante do dia. As amostras foram preparadas (fritas) minutos antes de serem servidas aos aprovadores e mantidas em estufa a temperatura de 60°C.

3.5. 8 Análise dos resultados

Os dados obtidos nos ensaios do delineamento experimental foram avaliados através de programa estatístico Statistica 5.0 - Statsoft, USA (STATISTICA, 1995) para cálculo dos efeitos, do coeficiente de regressão e análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5% e 10% para aceitação sensorial. Para o presente trabalho foi adotado coeficiente de regressão mínimo (R^2) da ANOVA de 0,80 para garantir a validade das predições efetuadas pelo modelo matemático e elaboração das superfícies de resposta e das curvas de contorno.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para avaliar o efeito de três *blends* (grãos, flocos, farinhas/farelos), através do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). As variáveis respostas foram umidade, absorção de óleo, cor, textura, pick-up e análise sensorial no desenvolvimento de empanados de frango com adição de cereais integrais.

4.1. Teor umidade dos produtos empanado com adição de cereais

A Tabela 5 apresenta o teor de umidade em porcentagem dos empanados em 3 porções extraídas de diferentes etapas do processamento: substrato sem empanamento, produto pré-frito e produto frito, sendo que apenas os efeitos dos produtos fritos foram analisados, por ser a forma como o empanado de frango é consumido.

Tabela 5. Teor de umidade dos produtos empanados nas três etapas de processamento do delineamento experimental.

Formulações	Umidade (%)		
	Substrato sem empanamento	Produto pré-frito	Produto frito
F1	69,00 ^{ab}	54,32 ^b	47,93 ^a
F2	65,82 ^{bcde}	50,98 ^{cde}	43,52 ^{cd}
F3	65,01 ^{bcde}	51,57 ^{cd}	44,15 ^{bc}
F4	60,38 ^{fgh}	48,40 ^g	40,26 ^g
F5	64,82 ^{bcde}	50,43 ^{def}	42,45 ^{de}
F6	61,10 ^{efgh}	46,63 ^h	38,26 ^h
F7	61,47 ^{defgh}	48,44 ^g	40,13 ^g
F8	58,05 ^{hi}	45,50 ^h	34,94 ^j
F9	65,87 ^{bcde}	53,93 ^b	44,84 ^b
F10	55,40 ⁱ	46,63 ^h	36,93 ⁱ
F11	65,91 ^{bc}	54,34 ^b	45,15 ^b
F12	59,01 ^{ghi}	46,45 ^h	38,44 ^h
F13	63,66 ^{cdef}	51,82 ^{cd}	44,52 ^{bc}
F14	59,35 ^{fghi}	46,55 ^h	37,99 ^{hi}
F15	62,84 ^{cdefg}	49,91 ^{ef}	41,80 ^{fg}
F16	62,10 ^{cdefgh}	49,50 ^{fg}	40,88 ^{fg}
F17	63,60 ^{cdef}	48,21 ^{fg}	40,56 ^{fg}
F18	64,84 ^{bcde}	49,1 ^{fg}	40,69 ^{fg}
F19	71,13 ^a	56,40 ^a	47,10 ^a

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8% grãos + 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Os valores de umidade dos produtos fritos variaram de 34,94% a 47,93%. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, sendo que a formulação F8 (com 24% de cereais) apresentou a menor porcentagem de umidade (34,94%). As amostras F1 (6% de cereais), F9 (0% grãos, 5% farinha e 5% flocos), F11 (0% farinha, 5% grãos e 5% flocos) e F3 (2% grãos, 8% farinha e 2 flocos) foram os que apresentaram maior porcentagem de umidade, 47,93%, 44,84%, 45,15% e 44,15%, respectivamente, com valores mais próximos a formulação controle 47,10% com maior teor de umidade.

O teor de umidade das formulações diminuiu conforme aumentou a porcentagem do *blend* de grãos em relação aos outros *blends*. Isso devido, as farinha, farelos e flocos terem maior capacidade de retenção de água que os grãos.

As análises dos efeitos para umidade dos produtos fritos estão relatadas na Tabela 6, onde os efeitos lineares das variáveis x_1 (*blend* de grãos), x_2 (*blend* de farinha/farelos) e x_3 (*blend* de flocos) foram significativos ($p < 0,05$). Todas as variáveis estudadas contribuíram para a diminuição do teor de umidade. Na análise de variância (Tabela 7) o $R^2 = 97,45$ e o $F_{\text{calculado}}$ (178,9) que é maior que o F_{tabelado} (3,34), permitiram ajustar um modelo de regressão e as superfícies de respostas.

As superfícies de respostas e curvas de contorno para o teor de umidade em função dos *blends* utilizados são apresentados na Figura 6.

Tabela 6. Análise dos efeitos para teor de umidade dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

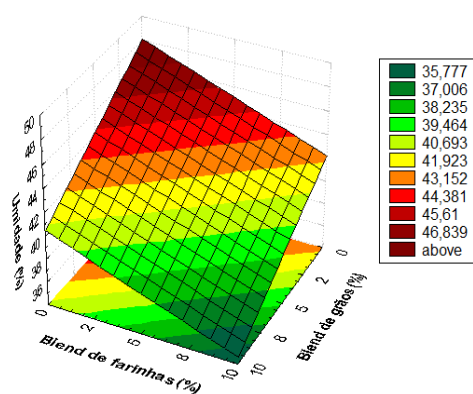
Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(14)	p-valor
Média	41,30798	0,137672	300,047	<0,001
X1(L)	-4,53749	0,316108	-14,3542	<0,001
X2(L)	-3,51007	0,316108	-11,104	<0,001
X3(L)	-4,55291	0,316108	-14,403	<0,001

Tabela 7. Análise de variância do modelo matemático para o teor de umidade do delineamento 2^3 .

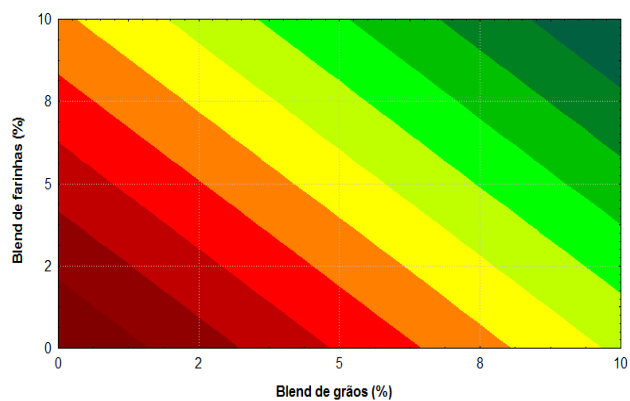
Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	183,1329	3	61,0443	178,929979	3,34
residuo	4,776283	14	0,341163		
total	187,9092	17	11,05348		

% variação explicada (R^2)=97,45; $F_{3,14,0,05}$

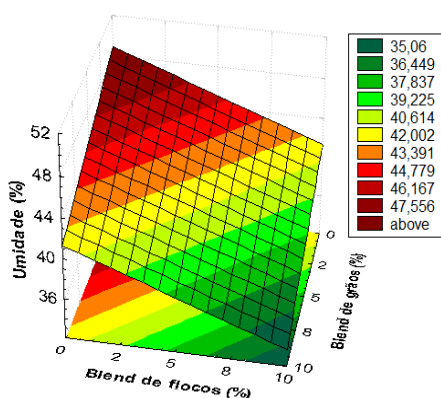
O efeito linear dos *blends* foi significativo para a resposta de porcentagem de umidade, ou seja, a adição de grãos, farinhas e flocos contribuiu para a diminuição do teor de umidade.



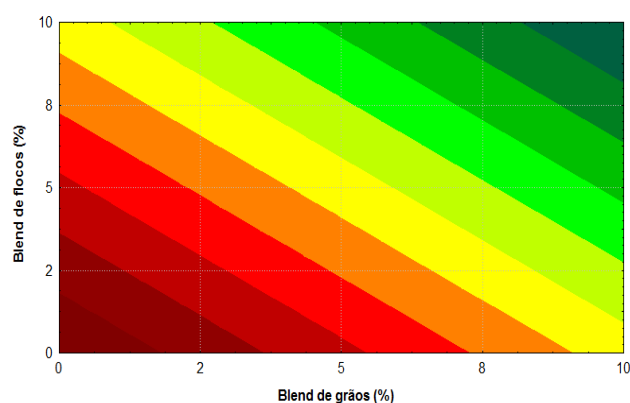
(a)



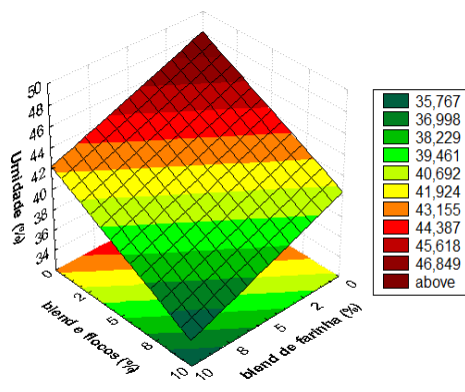
(b)



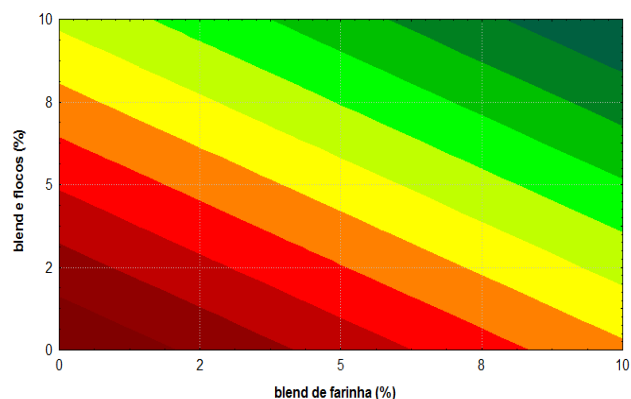
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 6. Superfícies de resposta e curvas de contorno para a porcentagem de umidade dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 em função da combinação de *blend* de grãos e *blend* de farinhas (a) e (b), *blend* de grãos e *blend* de flocos (c) e (d) e do *blend* de farinhas e *blend* de flocos (e) e (f).

4.2 Determinação do teor de lipídeos e absorção de óleo dos produtos empanados com adição de cereais.

Na Tabela 8, estão relatados os dados obtidos do teor de lipídios dos produtos empanados pré-fritos e fritos e o cálculo da absorção de óleo durante a fritura.

Os produtos fritos apresentaram teor de óleo entre 27,23 e 31,45%. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações do delineamento. A formulação controle (F19) diferiu estatisticamente de todos os ensaios com maior teor de óleo 39,27%.

Os resultados do teor de lipídios dos produtos pré-fritos foram significativamente menores ($p < 0,05$) para as formulações F1, F2 e F3, formulações estas com menor quantidade de cereais integrais. Seguindo o padrão dos produtos fritos, a formulação controle apresentou diferença significativa em relação aos ensaios do experimento também com maior média.

Tabela 8. Teor de lipídeos e absorção de óleo dos produtos empanados fritos.

Formulações	Teor de lipídeos		Absorção
	Produto pré-frito (%)	Produto frito (%)	(%)
F1	24,01 ^c	27,39 ^b	7,93 ^a
F2	23,62 ^c	27,42 ^b	11,78 ^a
F3	23,77 ^c	28,55 ^b	11,25 ^a
F4	24,80 ^{bc}	30,66 ^b	11,11 ^a
F5	25,24 ^{bc}	27,23 ^b	3,17 ^a
F6	29,15 ^b	30,76 ^b	6,88 ^a
F7	25,59 ^{bc}	28,03 ^b	5,18 ^a
F8	26,26 ^{bc}	30,37 ^b	12,11 ^a
F9	24,50 ^{bc}	28,71 ^b	4,18 ^a
F10	26,80 ^{bc}	31,24 ^b	10,92 ^a
F11	29,12 ^b	30,53 ^b	3,18 ^a
F12	23,49 ^{bc}	27,90 ^b	10,42 ^a
F13	27,27 ^{bc}	31,45 ^b	4,54 ^a
F14	24,86 ^{bc}	29,57 ^b	10,63 ^a
F15	26,25 ^{bc}	29,44 ^b	5,21 ^a
F16	26,25 ^{bc}	29,44 ^b	6,31 ^a
F17	27,18 ^{bc}	29,64 ^b	6,14 ^a
F18	26,94 ^{bc}	29,98 ^b	5,22 ^a
F19	35,13 ^a	39,27 ^a	9,12 ^a

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

O resultado da absorção de óleo na etapa de fritura completa não apresentou diferença significativa entre as formulações e também em relação à formulação controle. As médias de absorção de óleo variaram de 3,18 a 12,11% sendo que a menor absorção de óleo foi para as formulações F11(0% de farinhas), F13 (0% de flocos), F9 (0 %grãos), F5 (2% grãos + 2% farinhas + 8%

flocos) e F15 a F18 (5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos) e as maiores porcentagens de absorção foi para as formulações F8 (24% de cereais), F3, F4, F10, F12 e F14. Estes dados podem ser explicados através da correlação com o teor de umidade. A formulação F8 obteve o menor teor de umidade e as formulações F11, F13, F9 os maiores teores, demonstrando que a fritura por imersão é uma operação de cocção, em que ocorre a secagem do alimento e a incorporação de óleo (BELITZ; GROSCH, 1999).

As formulações com maior porcentagem de *blend* de farinha/farelos e *blend* de grãos, de 8 a 10%, foram as que apresentaram maior teor lipídico, devido ao *blend* de farinha/farelos absorver mais óleo e o *blend* de grãos possui valor alto de lipídeos em sua composição química, pela presença da semente de linhaça (39,30%) em sua formulação.

As análises dos efeitos para o teor de lipídeos dos produtos fritos estão relatadas na Tabela 9, onde os efeitos linear da variável x1 (*blend* de grãos), foi significativo ($p < 0,05$). Na análise de variância (Tabela 10), embora o $F_{\text{calculado}}$ (9,30) tenha sido maior que o F_{tabelado} (4,49), não foi possível ajustar um modelo matemático devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 36,78$).

Tabela 9. Análise dos efeitos para o teor de lipídeos dos produtos fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(16)	p-valor
Média	29,35645	0,262997	111,623	1,44E-24
X1(L)	1,842422	0,603866	3,051041	0,007622

Tabela 10. Análise de variância do modelo matemático para o teor de lipídeos dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	11,58961	1	11,58961	9,308852	4,49
resíduo	19,92015	16	1,245009		
total	31,50975	17	1,853515		

% variação explicada (R^2)=36,78; $F_{1,16,005}$

Os efeitos para teor de lipídeos dos empanados pré-fritos e absorção de óleo estão demonstrados nas Tabelas 11 e 12 e observa-se que nenhuma delas foi estatisticamente significativa a $p < 0,05$. Isto indica que independentemente da adição dos três *blends* de cereais integrais, dentro das faixas estudadas, o teor de lipídeos na pré-fritura e a porcentagem de absorção de óleo não muda.

Tabela 11. Análise dos efeitos para o teor de lipídeos dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	26,69014	0,880159	30,32423	1,52E-09
X1(L)	1,333111	0,954078	1,397276	0,199867
X1(Q)	-0,99647	0,991353	-1,00516	0,344249
X2(L)	-1,62025	0,954078	-1,69823	0,127895
X2(Q)	-0,53299	0,991353	-0,53764	0,605456
X3(L)	0,874926	0,954078	0,917037	0,385934
X3(Q)	-0,70268	0,991353	-0,70881	0,498575
x1 por x2	-0,456	1,246564	-0,36581	0,723993
x1 por x3	0,981193	1,246564	0,787118	0,453898
x2 por x3	-0,87249	1,246564	-0,69992	0,503819

Tabela 12. Análise dos efeitos para a absorção de óleo dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	5,723888	1,51377	3,781215	0,005379
X1(L)	2,114903	1,640902	1,288866	0,233463
X1(Q)	3,072921	1,705011	1,802288	0,10917
X2(L)	3,694361	1,640902	2,251421	0,054446
X2(Q)	0,777068	1,705011	0,455756	0,660682
X3(L)	-1,36357	1,640902	-0,83099	0,430083
X3(Q)	1,330797	1,705011	0,780521	0,457555
x1 por x2	0,596668	2,143942	0,278304	0,787837
x1 por x3	0,525272	2,143942	0,245003	0,812622
x2 por x3	1,439823	2,143942	0,671577	0,52077

A Figura 7 mostra os valores obtidos versus os valores previstos para porcentagem de absorção de óleo, podendo explicar melhor a impossibilidade de retirada do modelo, mostrando que alguns pontos não se ajustam ao modelo.

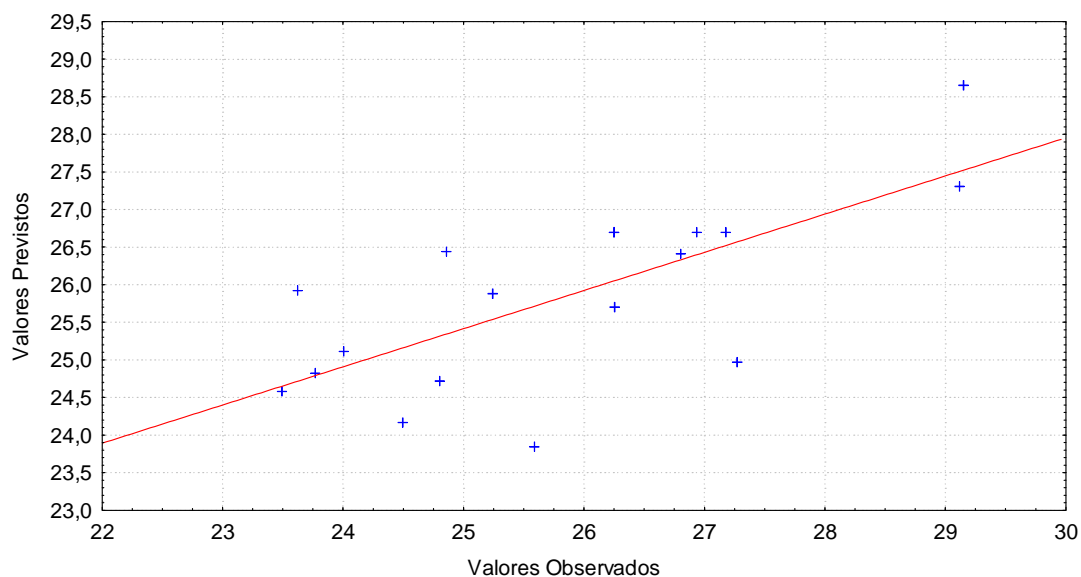


Figura 7. Valores previstos X valores observados do teor de lipídeos dos produtos empanados pré-fritos pelo modelo ajustado.

4.3. Determinação de pick-up dos produtos empanados com adição de cereais.

A Tabela 13 apresenta dos resultados do pick-up (quantidade de sistema de cobertura aderido ao produto) dos produtos empanados adicionados de cereais integrais.

Na Tabela 14 verifica-se que não houve nenhum efeito significativo ($p < 0,05$) para as formulações, mesmo apresentando uma ampla variação em seus valores de 24 a 40% ,devido ao erro padrão ser alto.

As formulações com adição acima de 12% de *blends* foram as que mais se aproximaram da porcentagem de empanamento aderido da formulação controle.

Segundo Lemos (2003), a quantidade de cobertura aderida a um produto empanado é um aspecto importante para maior absorção de gordura. Com base nessa afirmação, observa-se na Tabela 13 que pela estatística aplicada não houve variações na camada externa (*pick-up* de *breeding*). A formulação F11 foi a que

apresentou menor absorção de óleo (3,18%), e menor retenção de umidade. Dessa forma, pode-se verificar que a gordura absorvida no produto aumenta à medida que a quantidade de cobertura aumenta.

Tabela 13. Porcentagem de pick-up dos produtos empanados.

Formulações (ensaio)	Pick-up %
F1	30,01 ^a
F2	40,16 ^a
F3	39,40 ^a
F4	38,90 ^a
F5	25,97 ^a
F6	34,38 ^a
F7	35,94 ^a
F8	39,69 ^a
F9	26,17 ^a
F10	36,35 ^a
F11	24,26 ^a
F12	34,84 ^a
F13	29,03 ^a
F14	38,53 ^a
F15	37,37 ^a
F16	36,86 ^a
F17	35,43 ^a
F18	36,35 ^a
F19	35,40 ^a

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Tabela 14. Análise dos efeitos para determinação de pick-up dos produtos empanados do delineamento 2³.

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	30,83981	2,693057	11,4516	3,06E-06
X1(L)	3,637767	2,919231	1,246139	0,247967
X1(Q)	3,809186	3,033282	1,255797	0,244624
X2(L)	2,703471	2,919231	0,92609	0,381487
X2(Q)	1,891405	3,033282	0,623551	0,550283
X3(L)	1,973805	2,919231	0,676139	0,518018
X3(Q)	3,468156	3,033282	1,143367	0,285945
x1 por x2	-2,32639	3,814159	-0,60994	0,558827
x1 por x3	0,628438	3,814159	0,164764	0,873216
x2 por x3	0,786528	3,814159	0,206213	0,841776

4.4 Determinação de textura dos produtos empanados com adição de cereais

Os valores médios de força de cisalhamento (kgf) para os produtos empanados são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Valores médios da força de cisalhamento de produtos empanados do delineamento 2³.

Formulações (ensaios)	kgf
F1	2262,0 ^d
F2	2432,7 ^{abcd}
F3	2473,3 ^{abcd}
F4	2371,9 ^{bcd}
F5	2786,4 ^{abcd}
F6	2740,3 ^{abcd}
F7	2772,5 ^{abcd}
F8	2429,3 ^{abcd}
F9	2044,1 ^d
F10	3157,1 ^a
F11	3106,9 ^{ab}
F12	2345,9 ^{cd}
F13	2696,7 ^{abcd}

Continuação Tabela 15.....

F14	3071,3 ^{abc}
F15	2433 ^{abcd}
F16	2750,6 ^{abcd}
F17	2772,9 ^{abcd}
F18	2752,6 ^{abcd}
F19 (controle)	2587,3 ^{abcd}

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Os produtos empanados apresentaram força de cisalhamento entre 2044,1 e 3157,1 kgf, valores estes mínimos para a formulação (F9) sem a adição de grãos, composta apenas por 5% de farinhas e 5% flocos (10% cereias) e máximo para a formulação (F10) com 10% de grãos, 5% de farinhas e 5% flocos (20% cereais) e formulação (F11) sem adição de farinha, respectivamente. Com esses dados podemos verificar que a adição de grãos aumentou a força de cisalhamento. É importante observar que a variação da força de cisalhamento dos produtos empanados para as formulações dos pontos centrais, F15 a F18, onde se avalia a repetibilidade do processo, apresentou pouca variação 2433 a 2772,9 kgf, ou seja valores muito próximos aqueles obtidos nas outras formulações do delineamento.

A formulação controle, que não contém adição de grãos e derivados, apresentou força de cisalhamento média de 2587,3 kgf. Estando este valor dentro dos valores encontrados pra as formulações do delineamento estatístico.

Nenhum efeito linear, quadrático ou de interações entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,05$), Tabela 16. Na análise de variância (Tabela 17) detectou-se que o coeficiente de determinação foi muito baixo R^2 48,36 e $F_{\text{calculado}}=0,89$ é menor que o $F_{\text{tabelado}}=3,39$, ou seja, não é possível estabelecer um

modelo para a resposta de textura em função das variáveis. A Figura 8 ilustra os valores previstos x valores observados da força de cisalhamento.

Tabela 16. Análise dos efeitos para força de cisalhamento dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	2687,3	159,4	16,86	0,0000
X1(L)	227,3	172,8	1,32	0,2249
X1(Q)	-143,9	179,6	-0,80	0,4461
X2(L)	-213,0	172,8	-1,23	0,2528
X2(Q)	-54,9	179,6	-0,31	0,7675
X3(L)	266,3	172,8	1,54	0,1619
X3(Q)	56,5	179,6	0,31	0,7611
x1 por x2	-142,3	225,8	-0,63	0,5461
x1 por x3	-114,7	225,8	-0,51	0,6253
x2 por x3	-118,9	225,8	-0,53	0,6129

Tabela 17. Análise de variância do modelo matemático para força de cisalhamento dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	764100,5	9	84900,05	0,832662	3,39
resíduo	815697,2	8	101962,1		
total	1579798	17	92929,27		

% variação explicada (R^2)=48,36; $F_{9,8,005}$

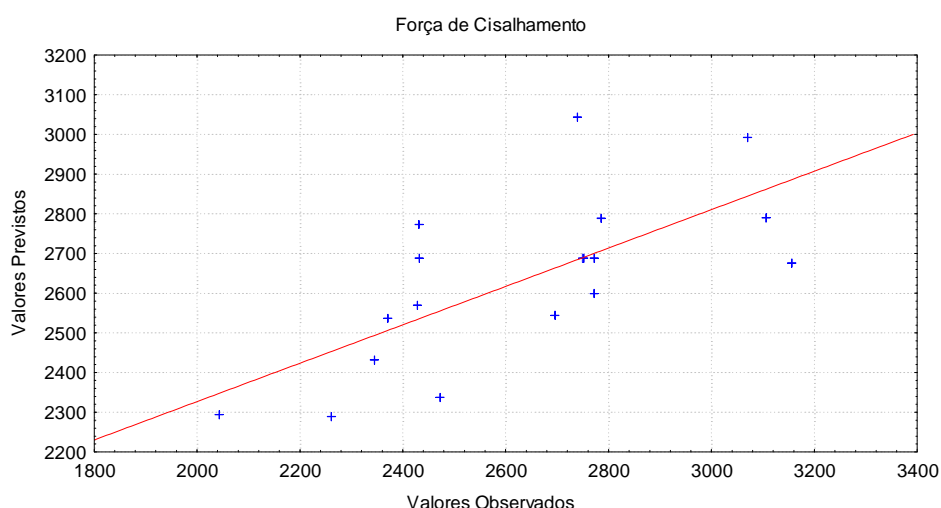


Figura 8. Valores previstos X valores observados da força de cisalhamento dos produtos empanados pelo modelo ajustado.

4.5 Determinação da cor objetiva dos produtos empanados com adição de cereais

A Tabela 18 apresenta as repostas no sistema CIE L* a* b* e L* C* h dos produtos empanados pré-fritos adicionados de cereais integrais.

Tabela 18. Avaliação da cor objetiva dos produtos empanados pré-fritos.

Formulações (ensaio)	L*	a*	b*	C*	h
F1	68,48 ^{abc}	4,13 ^{abcd}	20,91 ^e	21,32 ^e	78,82 ^a
F2	67,47 ^{cde}	3,18 ^d	21,50 ^{de}	21,73 ^{de}	81,57 ^a
F3	67,84 ^{abcd}	3,45 ^{cd}	24,09 ^{abcd}	24,34 ^{abcd}	81,82 ^a
F4	67,80 ^{abcd}	4,93 ^{abc}	23,47 ^{bcd}	23,99 ^{abcd}	78,11 ^a
F5	67,70 ^{bcd}	4,73 ^{abc}	23,36 ^{bcd}	23,84 ^{abcd}	78,53 ^a
F6	66,49 ^{de}	4,87 ^{abc}	24,11 ^{abc}	24,61 ^{abc}	78,55 ^a
F7	67,98 ^{abcd}	4,87 ^{abc}	24,64 ^{ab}	25,12 ^{ab}	78,79 ^a
F8	67,49 ^{cde}	4,01 ^{bcd}	23,08 ^{bcde}	23,43 ^{bcde}	80,13 ^a
F9	69,75 ^a	4,15 ^{abcd}	22,17 ^{cde}	22,56 ^{cde}	79,37 ^a
F10	67,39 ^{cde}	4,35 ^{abcd}	23,23 ^{cde}	23,64 ^{bcde}	79,38 ^a
F11	69,64 ^{ab}	3,79 ^{bcd}	21,80 ^{de}	22,13 ^{de}	80,10 ^a
F12	67,63 ^{cd}	4,10 ^{bcd}	24,13 ^{abc}	24,48 ^{abc}	80,34 ^a
F13	67,31 ^{cde}	4,36 ^{abcd}	23,61 ^{abcd}	24,01 ^{abcd}	79,50 ^a
F14	67,00 ^{cde}	5,25 ^{ab}	25,79 ^a	26,32 ^a	78,46 ^a
F15	67,05 ^{cde}	4,39 ^{abcd}	23,76 ^{abcd}	24,16 ^{abcd}	79,52 ^a
F16	67,73 ^{bcd}	4,60 ^{abcd}	25,00 ^{ab}	25,42 ^{ab}	79,54 ^a
F17	66,617 ^{de}	5,48 ^a	24,80 ^{ab}	25,40 ^{ab}	77,52 ^a
F18	66,45 ^{de}	5,01 ^{abc}	25,20 ^{ab}	25,70 ^{ab}	78,73 ^a
F19	67,48 ^{cde}	3,13 ^d	21,91 ^{de}	22,13 ^{de}	81,86 ^a

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a p<0,05.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Os produtos empanados apresentaram para o valor L^* (luminosidade) resultados entre 65,61 e 69,75. A formulação F9 (0% de grãos) e F11 (0% de farinha) foram as que obtiveram maiores médias para luminosidade, o que indica maior reflectância de luz (produtos mais claros) diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) da F13(0% flocos) e F8 (24% cereais). Os produtos empanados sem adição dos *blends*, caracterizados pela formulação controle, apresentaram resultado médio de 67,48 e estão dentro da faixa das médias dos ensaios do delineamento, Tabela 18.

Na Tabela 19, pode-se verificar que somente o efeito quadrático do *blend* de farinhas foi significativo ($p < 0,05$) para a resposta Luminosidade. Pela análise de variância (Tabela 20), embora o $F_{\text{calculado}}$ (3,28) tenha sido maior que o F_{tabelado} (3,09), não foi possível ajustar um modelo matemático devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 17,03$).

Tabela 19. Análise dos efeitos para o valor L^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(16)	p-valor
Média	67,25487	0,29487	228,0834	1,57E-29
X2(Q)	0,925788	0,510729	1,812679	0,088687

Tabela 20. Análise de variância do modelo matemático para o valor L^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	2,922299	1	2,922299	3,285803	4,29
resíduo	14,22994	16	0,889371		
total	17,15224	17	1,008955		

% variação explicada (R^2)=17,03; $F_{1,16,005}$

A Cromaticidade (C^*) e o ângulo de tonalidade (h) são parâmetros cujas equações utilizam ambos os valores a^* e b^* . Desta forma, as variações nos resultados de cor podem ser melhor representadas.

O croma também tem sido estudado por representar a intensidade da cor, conforme relatado por Devatkal et al. (2004). A análise dos efeitos do croma (C^*)

para os produtos empanados pré-fritos estão relatados na Tabela 21, onde verifica-se que todos os blends influenciaram o valor do croma. O efeito linear do *blend* de farinhas/farelos e flocos, e o quadrático do *blend* de grãos e farinhas e a interação dos blend de farinhas e flocos foram significativos ($p < 0,05$). Na análise de variância (Tabela 22) o $R^2 = 87,53$ e o $F_{\text{calculado}}$ (16,85) que é maior que o F_{tabelado} (3,11), permitiram ajustar um modelo matemático.

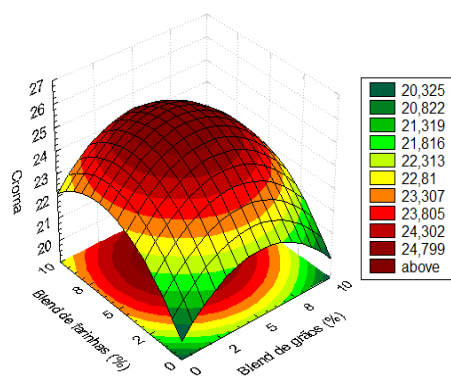
Tabela 21. Análise dos efeitos para o valor C^* dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(12)	p-valor
Média	25,12854	0,23126	108,6595	2,4725E-19
X1(Q)	-0,77244	0,160133	-4,8237	0,00041641
X2(L)	0,683559	0,157607	4,3371	0,00096654
X2(Q)	-0,69865	0,160133	-4,36292	0,00092361
X3(L)	0,695547	0,157607	4,413161	0,00084566
X2 por x3	-0,64722	0,205924	-3,14301	0,00848438

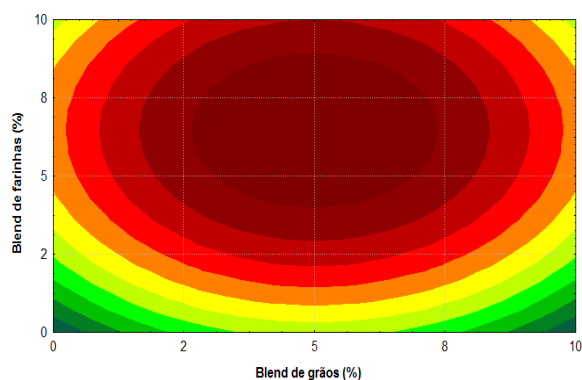
Tabela 22. Análise de variância do modelo matemático para o valor C^* dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	28,5848	5	5,716961	16,852381	3,11
resíduo	4,070851	12	0,339238		
total	32,65565	17	1,920921		
% variação explicada (R^2)=87,53 $F_{5,12,005}$					

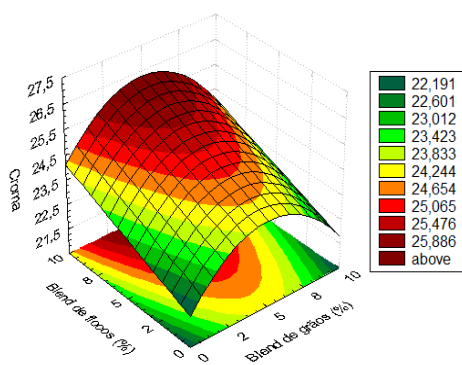
As superfícies de resposta e as curvas de contorno para o croma (C^*) estão apresentadas na Figura 9.



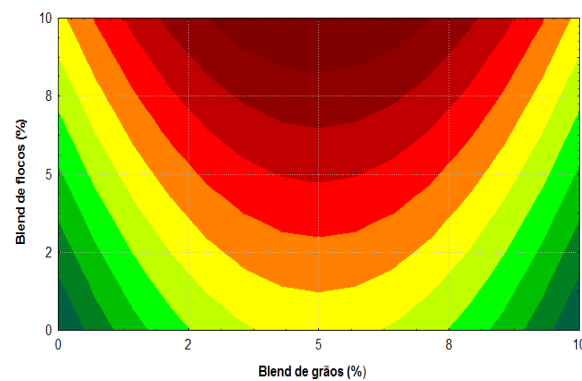
(a)



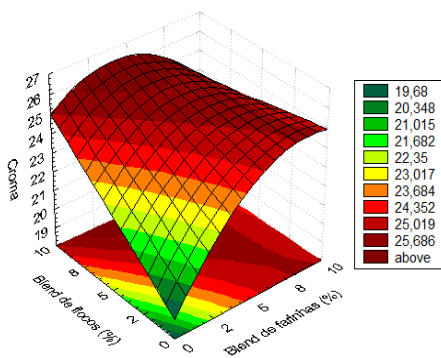
(b)



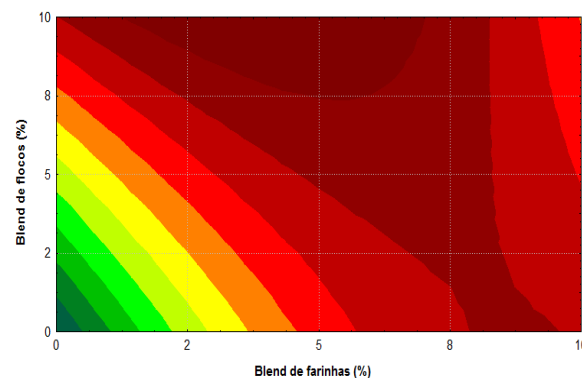
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 9. Superfícies de resposta e curvas de contorno para o croma (C^*) do delineamento 2^3 , em função da *blend* de grãos e *blend* de farinhas (a) e (b), *blend* de grãos e *blend* de flocos (c) e (d) e do *blend* de farinhas e *blend* de flocos (e) e (f).

Através da Figura 9 pode-se verificar que os maiores valores para intensidade da cor (croma) estão localizados na região onde se utilizaram aproximadamente 5% de blend de grãos, 5% de blend de farinhas/farelos e 8% de blend de flocos, ou seja, os cereais utilizados nesta faixa contribuíram para a saturação da cor amarela nos produtos empanados.

Com base nos resultados demonstrados na Tabela 23 para avaliação dos efeitos para tonalidade (h). Observou-se que nenhuma delas foi estatisticamente significativa a $p < 0,05$, o que indica que independentemente da adição dos três *blends* de cereais integrais, dentro das faixas estudadas, os produtos empanados não diferiram entre si no grau de tonalidade. Os valores de h ($77,52^\circ$ a $81,86^\circ$) indicam que as amostras apresentam sua coloração situada no quadrante do amarelo.

Tabela 23. Análise dos efeitos para o valor h dos produtos empanados pré-fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	78,82882	0,571775	137,8668	8,57E-15
X1(L)	0,030521	0,309898	0,098487	0,923969
X1(Q)	0,187657	0,322005	0,582777	0,576097
X2(L)	0,130603	0,309898	0,42144	0,684529
X2(Q)	0,48641	0,322005	1,510566	0,169343
X3(L)	-0,4444	0,309898	-1,43401	0,189476
X3(Q)	0,048004	0,322005	0,149077	0,885182
x1 por x2	-0,6425	0,404901	-1,58681	0,151218
x1 por x3	0,29	0,404901	0,716225	0,494226
x2 por x3	0,2875	0,404901	0,71005	0,497845

A Tabela 24 apresenta as repostas no sistema CIE $L^* a^* b^*$ e $L^* C^* h$ dos produtos empanados fritos adicionados de cereais integrais.

Tabela 24. Avaliação da cor da cor objetiva para os produtos empanados fritos completos.

Formulações (ensaio)	L*	a*	b*	C*	h
F1	57,94 ^a	12,22 ^{ef}	27,63 ^a	30,14 ^{ab}	66,41 ^a
F2	55,16 ^b	12,52 ^{def}	25,43 ^b	28,35 ^{abc}	63,77 ^{abc}
F3	54,78 ^b	12,68 ^{cdef}	23,28 ^{def}	26,51 ^{cde}	61,34 ^{bcdef}
F4	56,10 ^b	12,05 ^f	24,35 ^{bcd}	26,98 ^{cde}	64,43 ^{ab}
F5	51,93 ^{cdef}	12,79 ^{ef}	23,22 ^{efg}	25,98 ^{def}	61,73 ^{bcde}
F6	50,93 ^{ef}	12,33 ^g	22,31 ^h	22,78 ^{fghi}	63,08 ^{abcd}
F7	50,67 ^{fg}	13,10 ^{abcde}	21,89 ^{fg}	25,52 ^{defgh}	59,08 ^{efgh}
F8	52,74 ^{cd}	12,49 ^{ef}	23,55 ^{cde}	26,66 ^{cde}	61,99 ^{bcdef}
F9	52,85 ^{cd}	13,69 ^{abc}	23,81 ^{cde}	27,47 ^{cd}	59,97 ^{efg}
F10	48,92 ^h	12,66 ^{cdef}	20,34 ^h	23,67 ^{hi}	57,5 ^{gh}
F11	53,32 ^c	13,62 ^{abcd}	24,73 ^{bc}	28,24 ^{bc}	61,07 ^{bcdef}
F12	51,45 ^{def}	12,37 ^{ef}	21,92 ^{fg}	25,18 ^{efghi}	60,53 ^{cdefg}
F13	52,29 ^{cde}	13,94 ^{ab}	23,22 ^{def}	27,09 ^{cde}	58,93 ^{efgh}
F14	49,42 ^h	12,38 ^{ef}	20,39 ^h	23,69 ^{ghi}	58,47 ^{fgh}
F15	48,48 ^h	12,91 ^{ef}	20,87 ^h	23,28 ⁱ	56,3 ^h
F16	51,88 ^{cdef}	12,72 ^{cdef}	22,42 ^{efg}	25,78 ^{defg}	60,4 ^{cdefg}
F17	51,11 ^{ef}	12,91 ^{bcde}	21,64 ^g	25,21 ^{efghi}	59,08 ^{efgh}
F18	52,48 ^{cde}	12,64 ^{cdef}	22,03 ^{fg}	25,41 ^{defgh}	60,15 ^{defg}
F19	55,94 ^b	14,11 ^a	26,90 ^a	30,39 ^a	62,24 ^{bcde}

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Na Tabela 25, pode-se verificar que somente o efeito linear do *blend* de flocos foi significativo (a $p < 0,05$) para a resposta Luminosidade. Pela Análise de Variância mostrada na Tabela 26 o $R^2 = 36,00$ e o $F_{\text{calculado}} (9,0)$ é maior que o $F_{\text{tabelado}} (4,49)$, então não foi possível retirar um modelo.

Mesmo apresentando o efeito da variável x3 (*blend* de flocos de arroz integral e flocos de cevada) como estatisticamente significativo ($p < 0,05$), não é possível construir superfície de resposta, pois pode não representar os dados experimentais obtidos, já que seu coeficiente de determinação $R^2 = 36,00$ é muito baixo e os resíduos muito altos. A Figura 10 ilustra os valores previstos X valores observados de L^* pelo modelo ajustado, mostrando uma maior concentração na parte central da figura.

Tabela 25. Análise dos efeitos para o valor L^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	52,36233	0,4790908	109,2952	2,013946E-24
X3(L)	-3,30033	1,10004068	-3,00019	0,008476154

Tabela 26. Análise de variância do modelo matemático para o valor L^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	37,18822	1	37,18822	9,001135	4,49
resíduo	66,10406	16	4,131504		
total	103,2923	17	6,076017		

% variação explicada (R^2)=36,00; $F_{1,16,005}$

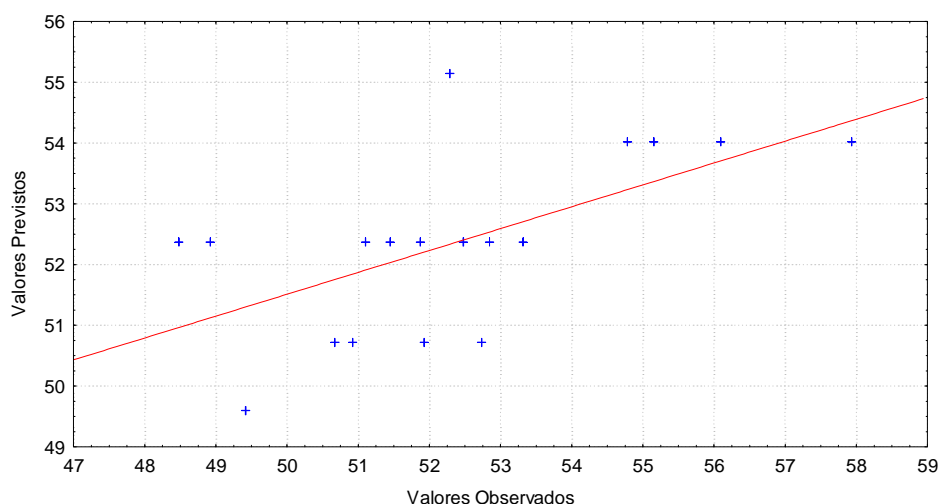


Figura 10. Valores previstos X valores observados de L^* dos produtos empanados fritos pelo modelo ajustado

De acordo com os resultados da avaliação dos efeitos para o croma (C^*) expressos na Tabela 27, onde o efeito linear do *blend* de grãos (x_1) e *blend* de flocos (x_3), o efeito quadrático do *blend* de farinhas (x_2) e as interações (x_2) e (x_3) foram significativos ($p < 0,05$). Na análise de variância (Tabela 28), isso é constatado, ou seja, o coeficiente de determinação é muito baixo $R^2 = 67,04$ e o $F_{\text{calculado}} = 6,61$, próximo ao $F_{\text{tabelado}} = 3,18$. Não há um bom ajuste dos valores experimentais ao modelo, isto indica que não é adequado ajustar um modelo para gerar a superfície de resposta.

A formulação controle (FC) e a formulação (F1) foram as que apresentaram maior valor de C^* e h , apresentando uma coloração laranja mais saturada.

Tabela 27. Análise dos efeitos para o valor C^* dos produtos empanados fritos do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(13)	p-valor
Média	25,497	0,395585	64,45387	1,1189E-17
X1(L)	-0,71545	0,342355	-2,0898	0,05685529
X2(Q)	0,658576	0,342587	1,922362	0,07674859
X3(L)	-1,22708	0,342355	-3,58425	0,00333075
X2 por x3	1,0525	0,447308	2,352965	0,0350319

Tabela 28. Análise de variância do modelo matemático para o valor C^* dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	42,33142	4	10,58286	6,611	3,18
resíduo	20,80878	13	1,600675		
total	63,1402	17	3,714129		

% variação explicada (R^2)=67,04; $F_{4,13,005}$

Os resultados da avaliação dos efeitos para tonalidade (h^*) estão apresentados na Tabela 29. Observou-se que nenhuma delas foi estatisticamente significativa a $p < 0,05$, o que indica que independentemente da adição dos três *blends* de cereais integrais, dentro das faixas estudadas, os produtos empanados não diferiram entre si no grau de tonalidade dos produtos fritos. Os valores de h

(56,30° a 66,41°) indicam que as amostras apresentam suas colorações entre o laranja e o amarelo mais saturado.

Assim a adição de grãos inteiros, farinhas/farelos e flocos, nos níveis estudados, não comprometeu o produto frito para cor objetiva.

Tabela 29. Análise dos efeitos para o valor h dos produtos empanados fritos do delineamento 2³.

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	58,82326	1,364121	43,12173	9,22E-11
X1(L)	0,04071	0,739343	0,055063	0,957439
X1(Q)	0,625073	0,768228	0,813656	0,439386
X2(L)	-0,66327	0,739343	-0,89711	0,395856
X2(Q)	1,355161	0,768228	1,764008	0,115738
X3(L)	-0,79401	0,739343	-1,07393	0,314174
X3(Q)	0,612699	0,768228	0,797548	0,448156
x1 por x2	0,91125	0,965998	0,943325	0,373127
x1 por x3	0,47625	0,965998	0,493013	0,63525
x2 por x3	0,08375	0,965998	0,086698	0,933042

4.6 Análise Sensorial dos produtos empanados com adição de cereais.

Os testes afetivos (testes de aceitação e testes de preferência) são ferramentas importantes, pois processam diretamente a opinião do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto, sobre características específicas do produto ou idéias sobre o mesmo e, por isso, são também chamados de testes de consumidor (MEILGAARD et al. 1999).

Os resultados obtidos com a análise sensorial (teste de consumidor) para os atributos aroma, cor interna, cor externa, sabor, textura e crocância estão apresentados na Tabela 30.

Devido à maior subjetividade desta resposta, o modelo foi construído com 10% de significância ($p < 0,10$) para a análise dos dados.

Na seqüência, serão discutidos os resultados para cada atributo.

Tabela 30. Médias das notas obtidas no teste de aceitação sensorial dos nuggets de frango com adição de *blends*.

Formulações	aroma	cor-ext	cor-int	sabor	textura	crocância
F1	7,65 ^a	7,79 ^a	7,40 ^{ab}	7,46 ^{ab}	8,02 ^a	7,85 ^{cdef}
F2	7,32 ^a	6,72 ^{ef}	6,34 ^{def}	6,96 ^{abc}	7,38 ^{cd}	7,68 ^f
F3	7,32 ^a	7,77 ^{ab}	6,94 ^{bcde}	7,14 ^{abc}	7,63 ^{abcd}	8,31 ^{abc}
F4	7,44 ^a	7,48 ^{abc}	6,83 ^{bcde}	7,00 ^{abc}	7,57 ^{abcd}	8,28 ^{abc}
F5	7,57 ^a	7,10 ^{cde}	7,02 ^{bcd}	7,32 ^{abc}	7,67 ^{abcd}	8,24 ^{abc}
F6	7,44 ^a	6,89 ^{ef}	6,53 ^{cdef}	6,97 ^{abc}	7,46 ^{bcd}	8,18 ^{abcd}
F7	7,52 ^a	7,00 ^{cdef}	6,4 ^{def}	6,82 ^{bcd}	7,2 ^d	7,68 ^f
F8	7,36 ^a	7,22 ^{bcde}	6,04 ^f	6,34 ^d	7,3 ^{cd}	8,36 ^{ab}
F9	7,57 ^a	7,85 ^a	7,69 ^a	7,40 ^{abc}	7,3 ^{abc}	7,91 ^{bcdef}
F10	7,40 ^a	7,22 ^{bcde}	6,36 ^{def}	6,87 ^{abcd}	7,46 ^{bcd}	8,28 ^{abc}
F11	7,18 ^a	7,22 ^{bcde}	7,16 ^{abc}	7,44 ^{ab}	7,69 ^{abcd}	8,16 ^{abcde}
F12	7,36 ^a	6,46 ^f	6,24 ^{ef}	6,78 ^{cd}	7,12 ^d	7,72 ^{ef}
F13	7,48 ^a	7,68 ^{ab}	7,02 ^{bcd}	7,26 ^{abc}	7,4 ^{cd}	7,78 ^{def}
F14	7,44 ^a	6,98 ^{cdef}	6,5 ^{cdef}	7,32 ^{abc}	7,58 ^{abcd}	8,08 ^{abcdef}
F15	7,32 ^a	7,08 ^{cde}	6,61 ^{cdef}	7,28 ^{abc}	7,69 ^{abcd}	8,08 ^{abcdef}
F16	7,6 ^a	6,92 ^{cdef}	6,78 ^{bcde}	7,24 ^{abc}	7,34 ^{cd}	7,76 ^{def}
F17	7,16 ^a	7,44 ^{abcd}	6,91 ^{bcde}	7,12 ^{abc}	7,59 ^{abcd}	8,12 ^{abcde}
F18	7,46 ^a	7,42 ^{abcd}	6,93 ^{bcde}	7,14 ^{abc}	7,79 ^{abc}	8,16 ^{abcde}
F19	7,61 ^a	7,75 ^{ab}	7,73 ^a	7,53 ^a	8,00 ^a	7,95 ^{bcdef}

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$.

F1: 2% grãos + 2% farinhas + 2% flocos; F2: 8%grãos+ 2% farinhas + 2% de flocos; F3: 2% grãos + 8% farinhas + 2% flocos; F4: 8%grãos + 8%farinhas + 2% flocos; F5: 2% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F6: 8% grãos + 2% farinhas + 8% flocos; F7: 2% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F8: 8% grãos + 8% farinhas + 8% flocos; F9: 0% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F10: 10% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F11: 5% grãos + 0% farinhas + 5% flocos; F12: 5% grãos + 10% farinhas + 5% flocos; F13: 5% grãos + 5% farinhas + 0% flocos; F14: 5% grãos + 5% farinhas + 10% flocos; F15: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F16: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F17: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F18: 5% grãos + 5% farinhas + 5% flocos; F19 (controle): 0% grãos + 0% farinhas + 0% flocos.

Aroma

Observou-se que não houve diferença significativa entre as amostras no atributo aroma (a $p < 0,10$), ou seja, todos os produtos empanados foram considerados semelhantes neste atributo, pelos provadores, com média de 7,5 (gostei moderadamente).

Na análise dos efeitos para o atributo aroma na Tabela 31, observou-se que nenhuma delas foi estatisticamente significativa a $p < 0,10$. Isto indica que independentemente da adição dos três *blends* de cereais integrais, dentro das faixas estudadas, não houve alteração do aroma dos produtos.

Tabela 31. Análise dos efeitos para o atributo aroma dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	7,387505	0,074379	99,32196	1,18E-13
X1(L)	-0,11191	0,080626	-1,38801	0,202564
X1(Q)	0,091254	0,083776	1,089259	0,307761
X2(L)	-0,00656	0,080626	-0,08137	0,937144
X2(Q)	-0,06286	0,083776	-0,75034	0,47454
X3(L)	0,012862	0,080626	0,159529	0,877207
X3(Q)	0,070182	0,083776	0,837734	0,426498
x1 por x2	0,105325	0,105343	0,999829	0,346671
x1 por x3	-0,01877	0,105343	-0,17823	0,862975
x2 por x3	0,015125	0,105343	0,143579	0,889384

Cor externa

Os produtos empanados com cereais integrais dos ensaios do planejamento experimental receberam notas de 6,5 (gostei ligeiramente) a 7,0 8,5 (gostei moderadamente), demonstrando uma boa aceitação para cor externa. A formulação controle apresentou nota média de 7,75, estando dentro da média das notas dos ensaios do delineamento, também com boa aceitação dos provadores.

Os efeitos para a cor externa dos empanados estudados estão demonstrados na Tabela 32, onde o efeito linear do *blend* de grãos (x1) e linear do *blend* de flocos (X3) foram significativos ($p < 0,10$). A análise de variância (Tabela 33), indica que o coeficiente de determinação é muito baixo $R^2 = 37,78$ muito baixo

e $F_{\text{calculado}}=4,55$, quase igual ao $F_{\text{tabelado}}=2,7$. Não há um bom ajuste dos valores experimentais ao modelo, portanto, não é adequado tirar o modelo para gerar a superfície de resposta. A Figura 11 ilustra os valores previstos X valores observados, mostrando uma maior concentração de resultados na parte central da Figura.

Tabela 32. Análise dos efeitos para o atributo cor externa dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(15)	p-valor
Média	2687,3	159,4	16,86	0,0000
X1(L)	227,3	172,8	1,32	0,2249
X3(L)	266,3	172,8	1,54	0,1619

Tabela 33. Análise de variância do modelo matemático para atributo cor externa dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	0,975959	2	0,487979	4,555644	2,7
resíduo	1,60673	15	0,107115		
total	2,582689	17	0,151923		

% variação explicada (R^2)=37,78; $F_{2,15,0,10}$

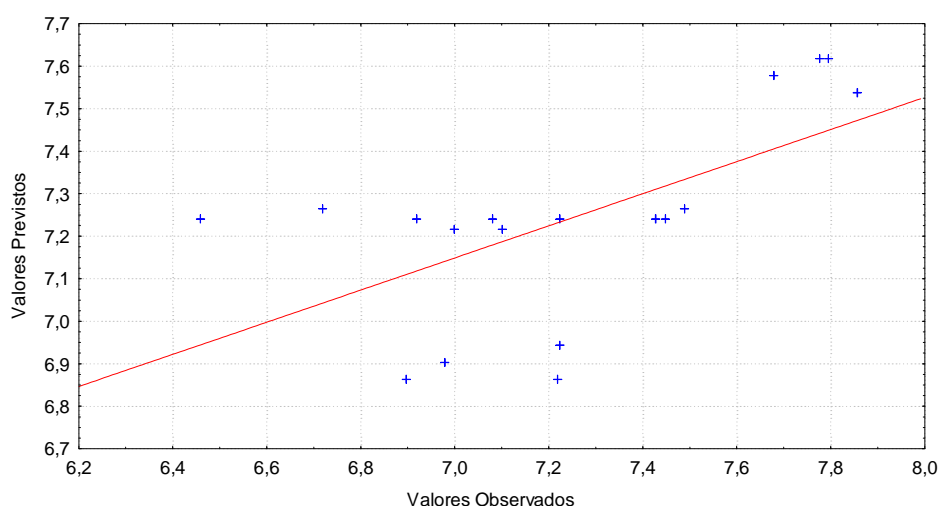


Figura 11. Valores previstos X valores observados de cor externa dos produtos empanados pelo modelo ajustado.

Cor interna

Em relação à cor interna dos empanados, as diferenças nas notas variaram entre 6,04 (gostei ligeiramente) a 7,69 (gostei moderadamente), os quais representam os valores mínimo e máximo encontrados e descritos na Tabela 30. Essas médias foram atribuídas, respectivamente, a formulação F8 (com 24% de cereais) e a formulação F9 (sem adição do *blend* de grãos de linhaça e quinoa). A formulação controle (F19) obteve a maior média 7,73.

As análises dos efeitos para cor interna estão relatadas na Tabela 34, onde os efeitos lineares das variáveis x_1 (*blend* de grãos), x_2 (*blend* de farinha) e x_3 (*blend* de flocos) e a interação entre x_2x_3 (farinha e grãos) foram significativos ($p < 0,10$). Todas as variáveis estudadas (*blends*) contribuíram para a diminuição da nota dada para cor interna. Na análise de variância, Tabela 35 o $R^2 = 88,21$ e o F calculado (12,09) é maior que o F tabelado (2,43), possibilitando retirar o modelo e as superfícies de respostas.

Tabela 34. Análise dos efeitos para o atributo cor interna dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(13)	p-valor
Média	6,764406	0,052802	128,1086	1,5E-21
X1(L)	-0,62414	0,121239	-5,14798	0,000187
X2(L)	-0,38454	0,121239	-3,17175	0,007357
X3(L)	-0,3541	0,121239	-2,92066	0,011925
x_2 por x_3	-0,28725	0,158406	-1,81337	0,092917

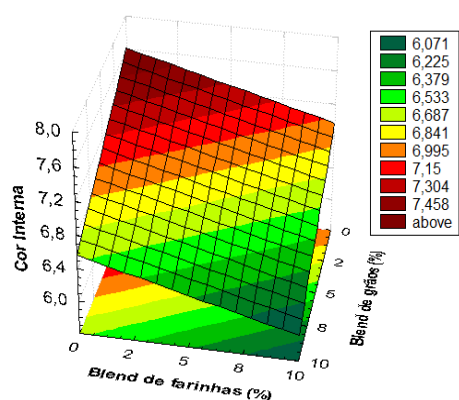
Tabela 35. Análise de variância do modelo matemático para o atributo cor interna dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	2,427971	4	0,606993	12,09507	2,43
resíduo	0,652407	13	0,050185		
total	3,080378	17	0,181199		

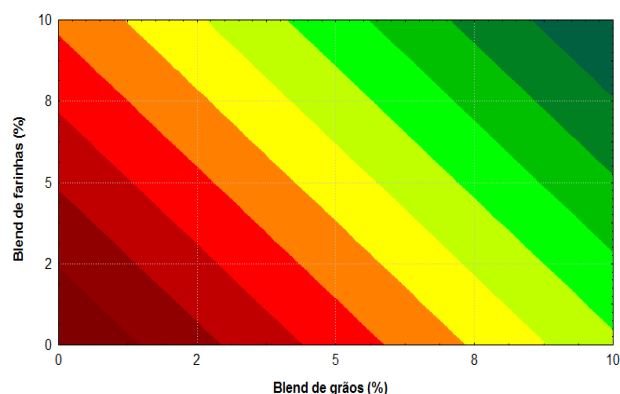
% variação explicada (R^2)=88,21; $F_{4,13,0,10}$

As superfícies de respostas e curvas de contorno para o atributo cor interna em função dos *blends* utilizados são apresentados na Figura 12 e as fotos da cor interna na Figura 13.

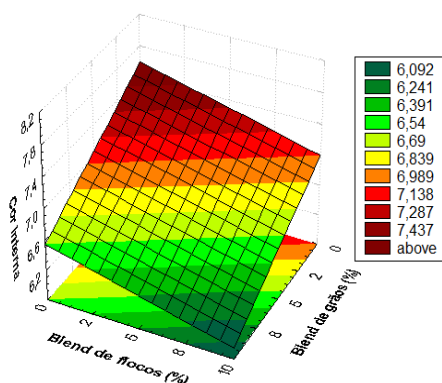
O efeito dos *blends* de grãos, farinhas e flocos e a interação entre grãos e farinhas demonstraram sua contribuição para a diminuição das notas para cor interna, à medida que aumentou a suas concentrações nas formulações, diminuiu o valor das notas dadas pelos provadores. Como há diferença entre as amostras ($p < 0,10$), pode-se dizer que o efeito negativo encontrado foi pequeno, pois os produtos empanados ainda ficaram na faixa de gostei ligeiramente, com uma boa aceitabilidade pelos provadores.



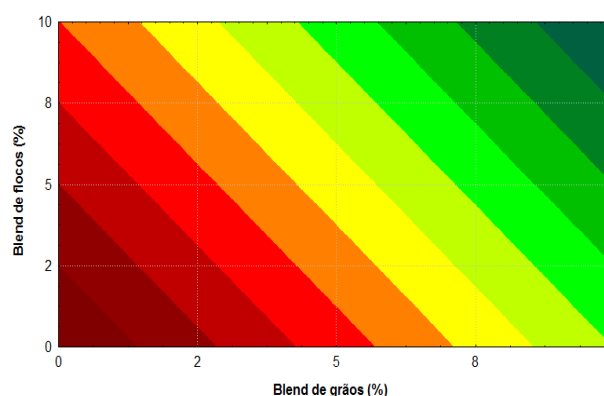
(a)



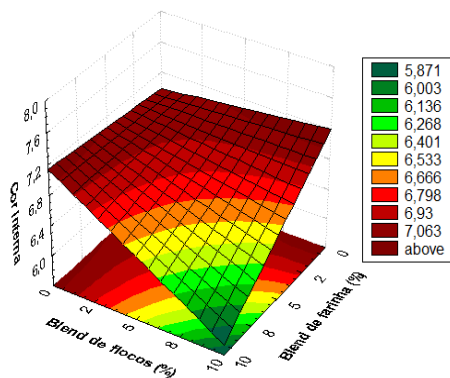
(b)



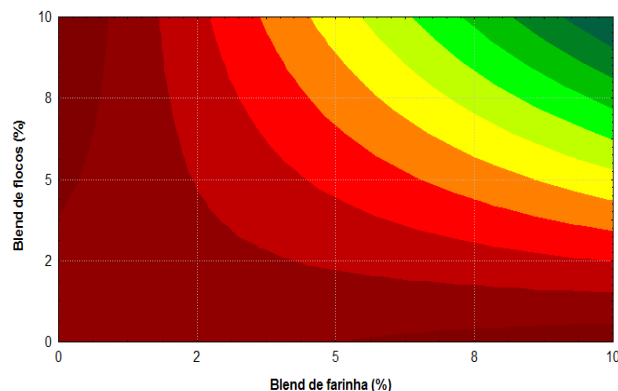
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 12. Superfícies de resposta e curvas de contorno para o atributo cor interna do delineamento 2^3 , em função da *blend* de grãos e *blend* de farinhas (a) e (b), *blend* de grãos e *blend* de flocos (c) e (d) e do *blend* de farinhas e *blend* de flocos (e) e (f).



(a)



(b)

Figura 13. Fotos da cor interna dos produtos-(a) da esquerda para a direita formulações (F11, F9 e F13), (b) formulação F8.

Sabor

Para o atributo sabor, os produtos empanados com cereais integrais dos ensaios do planejamento experimental receberam notas de 6,3 (gostei ligeiramente) para a formulação F8 (com 24% de grãos) a 7,5 (gostei

moderadamente), indicando boa aceitação dos produtos desenvolvidos. A formulação controle apresentou nota média de 7,5, estando dentro da média das notas dos ensaios do delineamento, também com boa aceitação dos provadores.

Os efeitos para o atributo sabor estão demonstrados na Tabela 36, onde o efeito linear do *blend* de grãos (x1) e linear do *blend* de farinhas (x2) foram significativos ($p < 0,10$). Na análise de variância (Tabela 37) o coeficiente de determinação é muito baixo $R^2 = 64,12$ e o $F_{\text{calculado}} = 13,44$, quase igual ao $F_{\text{tabelado}} = 2,7$. Não há um bom ajuste dos valores experimentais ao modelo, isto indica que não é adequado tirar o modelo para gerar a superfície de resposta.

Tabela 36. Análise dos efeitos para o atributo sabor dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(15)	p-valor
Média	7,106813	0,0429	165,6606	6,88E-26
X1(L)	-0,3471	0,098502	-3,52373	0,00307
X2(L)	-0,37478	0,098502	-3,80482	0,001726

Tabela 37. Análise de variância do modelo matemático para o atributo sabor dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	0,8909	2	0,44545	13,44667	2,7
resíduo	0,496907	15	0,033127		
total	1,387807	17	0,081636		

% variação explicada (R^2)=64,12; $F_{2,15,0,10}$

Textura

A textura dos empanados com cereais integrais dos ensaios do planejamento experimental receberam notas de 7,1 (gostei moderadamente) a 8,02 (gostei muito), demonstrando uma boa aceitação dos produtos. A formulação controle apresentou nota média de 8,0 estando dentro da média das notas dos ensaios do delineamento, também com boa aceitação dos provadores.

A análise estatística dos efeitos para o atributo textura está demonstrada na Tabela 38 onde o efeito linear do *blend* de farinhas (x2) foram significativos

($p < 0,10$). Na análise de variância (Tabela 39), mostra justamente isso, que o coeficiente de determinação é muito baixo $R^2 = 27,43$, e o $F_{\text{calculado}} = 6,04$ é muito próximo ao $F_{\text{tabelado}} = 3,05$. Não há um bom ajuste dos valores experimentais ao modelo, assim não foi possível estabelecer um modelo para textura em função destas variáveis, no nível estudado.

Isto indica que os empanados são similares na textura, ou seja, nos níveis estudados, a adição de *blends* de cereais integrais não afetaram a textura dos produtos.

Tabela 38. Análise dos efeitos para o atributo textura dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(16)	p-valor
Média	7,513111	0,046695	160,8984	4,16E-27
X2(L)	-0,2637	0,107216	-2,45956	0,025677

Tabela 39. Análise de variância do modelo matemático para o atributo textura dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	0,237423	1	0,237423	6,049425	3,05
resíduo	0,627955	16	0,039247		
total	0,865378	17	0,050905		

% variação explicada (R^2) = 17,03; $F_{1,16,0,10}$

Crocância

A crocância dos empanados foi o atributo que apresentou as maiores notas dos provadores entre 7,7 (gostei moderadamente) a 8,36 (gostei muito) para a formulação F8 (24% de cereais), demonstrando uma ótima aceitação dos produtos. A formulação padrão obteve média de 7,95 (gostei muito).

As análises estatísticas dos efeitos para a crocância (Tabela 40) mostrou que nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$). A ANOVA para crocância (Tabela 41), apresentou baixo valor para explicação do modelo $R^2 = 57,06$ e o $F_{\text{calculado}} = 1,18$ foi menor que F

tabelado=2,56 neste caso. Portanto, não foi possível estabelecer um modelo para estas respostas em função destas variáveis, no nível estudado.

Portanto, a adição de cereais integrais na massa cárnea dos empanados não afeta a crocância dos produtos. A crocância depende diretamente do tipo de empanamento utilizado na camada mais externa dos produtos.

Tabela 40. Análise dos efeitos para o atributo crocância dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t(8)	p-valor
Média	8,103951	0,121141	66,8967	2,77E-12
X1(L)	0,151136	0,131315	1,150942	0,282993
X1(Q)	0,035123	0,136446	0,257411	0,803359
X2(L)	-0,01061	0,131315	-0,08079	0,937597
X2(Q)	-0,0783	0,136446	-0,57384	0,581848
X3(L)	0,122611	0,131315	0,933712	0,377773
X3(Q)	-0,08654	0,136446	-0,63421	0,543648
x1 por x2	0,222725	0,171572	1,298146	0,23041
x1 por x3	0,205825	0,171572	1,199645	0,264597
x2 por x3	-0,36258	0,171572	-2,11326	0,06753

Tabela 41. Análise de variância do modelo matemático o atributo crocância dos produtos empanados do delineamento 2^3 .

Fonte variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
regressão	0,626037	9	0,06956	1,181509	2,56
resíduo	0,470989	8	0,058874		
total	1,097026	17	0,064531		

% variação explicada (R^2)=57,06; $F_{9,8,0,10}$

4.6.1 Aceitação e intenção de compra dos produtos empanados com adição de cereais

Com o objetivo de avaliar a primeira impressão de um produto diferenciado e novo no mercado, conduziu-se em conjunto com análise sensorial a aceitação (gostou sim ou não) e intenção de compra (compraria ou não compraria) para cada formulação do produto, realizada com 50 provadores, entre alunos e

funcionários da Unicamp. O histograma referente à aceitação atribuída pelos provadores encontra-se nas Figuras 14 e 16.

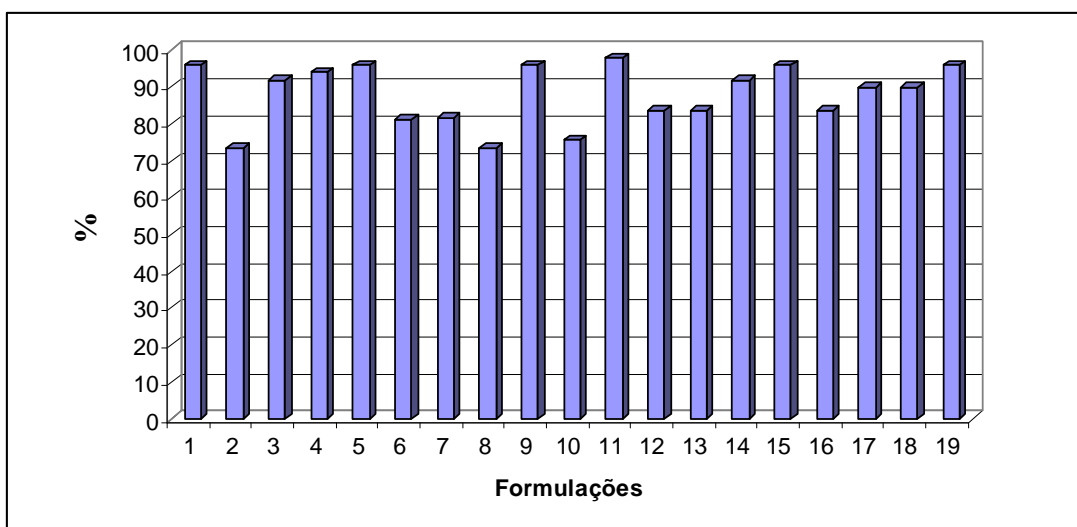


Figura 14. Histograma da porcentagem de aceitação global para os produtos empanados com adição de cereais.

De acordo com a Figura 14, todos os produtos tiveram aceitação acima de 73%. As formulações F1, F9, F19, F3, F4, F5, F14 e F15 com porcentagem acima de 90%, a porcentagem mais baixa 75% foi para a formulação F8 (com 24% de cereais, valor máximo adicionado) e mais alta 97% para a formulação F11 (0% farinhas, 5% flocos e 5% grãos). A formulação controle F19 obteve 95% de aceitação dos provadores.

Isso é bastante interessante, ao passo que a adição de cereais integrais, além de manter as características tecnológicas do produto, proporciona benefícios relacionados a qualidade funcional e nutricional tornando os produtos mais saudáveis.

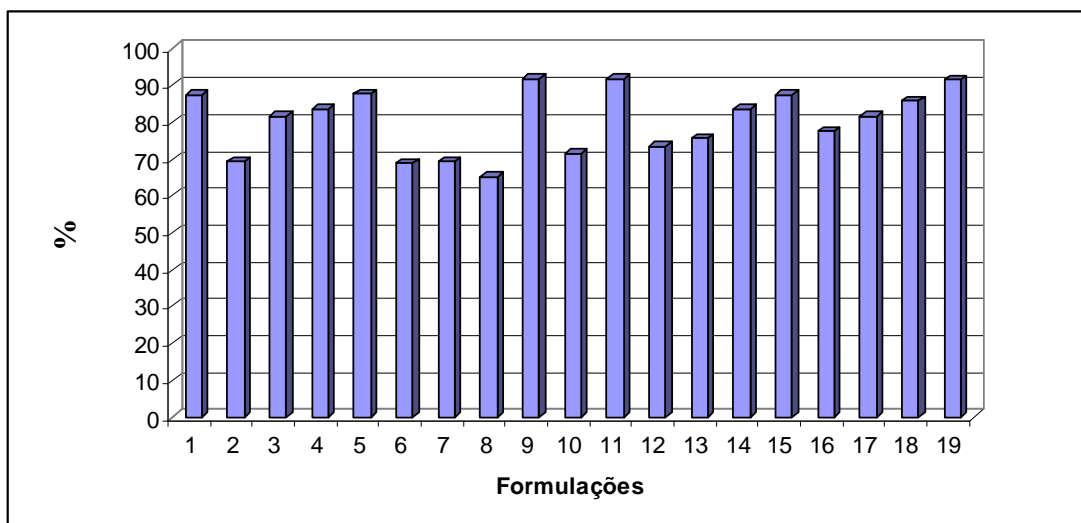


Figura 15. Histograma da porcentagem de intenção de compra para os produtos com adição de cereais.

A porcentagem de intenção de compra mostrada na Figura 15 apresentou uma variação entre 65% a 91%, sendo que a menor porcentagem foi para a F8 (24% de cereais) com 65% e a maior para a formulação F11(0% farinhas, 5% flocos e 5% grãos) e a formulação controle F19.

Portanto, os produtos de frango empanados adicionado de cereais nos níveis estudados no delineamento experimental, sugerem potenciais chances de industrialização e comercialização pelas indústrias de carnes, pois o produto apresentou boa aceitação geral e elevado índice de intenção de compra.

5. CONCLUSÕES

Nos produtos reestruturados empanados fritos, a adição dos *blends* (grãos, farinhas/farelos e flocos) contribuiu para a diminuição do teor de umidade.

Valores de absorção de óleo nos produtos empanados revelaram que a menor absorção de óleo foi para a formulação com 15% *blends*, contendo sete tipos de cereais integrais.

A adição de até 24% de cereais integrais teve um bom desempenho nas análises instrumentais de textura e cor objetiva para os produtos empanados fritos.

Na análise de cor dos produtos empanados pré-fritos houve um aumento na saturação da cor amarela devido à adição dos *blends* de grãos e farinhas.

O trabalho mostrou enfim, por meio de testes sensoriais, que os empanados adicionados de sete tipos de cereais integrais chegaram a apresentar 97% aceitação e 91% de intenção de compra pelo painel de consumidores, não diferindo da formulação controle.

Com isso, este trabalho permitiu o desenvolvimento de um reestruturado de frango empanado adicionado de sete tipos de cereais integrais com valor funcional, mantendo-se as suas qualidades tecnológicas e características sensoriais, indicado para consumidores que procuram alimentos mais saudáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. v.1, 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. Química de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, 214 p., 1988.

CATALANI et al. Fibras alimentares. Revista Brasileira de Nutrição Clínica; 18:178-182, 2003.

CHOI, Y.S; JEONG, J.Y; CHOI, J.H; et al. Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion-type sausages. **Korean Journal For Food Science Of Animal Resources** v. 27(2) p. 228-234, 2007.

DEVATKAL, S.; MENDIRATTA, S.K.; KONDAIAK, N. Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. **Meat Science**, Barking, v.67, p.377-383, 2004.

EL-MAGOLI, S., LARROIA, S., & HANSEN, P. (1996). Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. **Meat Science**, 42(2), 179–193, 1996.

FILISSETTI, T. M. C. C. Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006, p. 257-286.

FISZMAN, S.M.; SALVADOR, A .; Recent Developments in coating batters. **Trends in Food Science & Techonology**, Cambridge, v. 14, p .399-402, 2003.

GL-LABORATORIES WORLDWIDE. 2002. Guia completo para sistemas de cobertura. Guarulhos, Ed. do Autor, 41 p.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; REIG, M.; TOLDRÁ, F. New approaches for the development of functional meat products. **Advanced Technologies for Meat Processing**, p. 275-308, 2006.

LEMOS, A. L. S. C. Empanamento: valor agregado e conveniência para produtos cárneos. In: *Tópicos especiais: processamento da carne de aves*. Campinas: CTC/ITAL, 2003. v. 1, p. 112-114.

MACFIE, H.J., BRATCHELL, N., GREENHOFF, K., VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, US, n.4, p.129-148, 1989

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. **Sensory evolution techniques**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, Inc. 1999. 387p.

MENEZES EW, LAJOLO FM, editores. Contenido en fibra dietética y almidón resistente en alimentos y productos iberoamericanos. Proyecto CYTED XI.6/CNPq *Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en regímenes especiales*. São Paulo: Docuprint; 1999.

RAO, P.H.; RAO, H.M. Effect of incorporation wheat bran on the rheological characteristics and bread making quality of flour. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 28, n. 2, p. 92-97, 1991.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. Editora Casa do Pão, Campinas, 1 ed., 2005.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press Inc., Orlando, 1985.

VILLANUEVA, N.D.M. and DA SILVA, M.A.A.P. Performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Qual. Prefer.* 20, 1–12, 2009.

VEGRO, C.L.R.; ROCHA, M.B. Expectativas tecnológicas para o segmento de carnes de aves e suínos. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 15-28, 2007.

XUE et al., J. XUE, T. CHANG, G. INGLET, C. CARRIÈRE AND Y. TSENG, Multiple-particle tracking study of microheterogeneity of nutrim-10 suspensions, **Cereal Chemical** 83 (1) (2006), pp. 37–41.

YASARLAR, E.E. DAGLIOGLU O , YILMAZ I . Effects of cereal bran addition on chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of Turkish meatballs. **Asian Journal of Chemistry**, v. 19 (3) p. 2353-2361, 2007.

YILMAZ, I. Effect of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. **Meat Science**, v. 67, p. 245-249, 2004.

YILMAZ, I. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. **Journal of Food Engineering**. v. 69, p. 369–373, 2005

CAPÍTULO IV

***Influência do método de cocção em produtos
cárneos reestruturados empanados
adicionados de blends de cereais integrais:
propriedades físico-químicas e aceitação
sensorial.***

Influência do método de cocção em produtos cárneos reestruturados empanados adicionado de blends de cereais integrais: propriedades físico-químicas e aceitação sensorial

RESUMO

Existe uma tendência para reduzir o teor de lipídeos em produtos cárneos empanados e fritos, através da substituição de ingredientes ou novos processos. Este experimento teve por objetivo comparar a influência dos métodos de cocção: fritura em óleo; em forno convencional e em forno microondas, sobre as características físico-químicas e aceitação sensorial de produtos cárneos empanados adicionados de um *blend* de cereais integrais. Foram processados produtos cárneos empanados com 15% *blends* de cereais integrais (5% *blend* de grãos, 5% *blend* de farinha/farelos e 5% de flocos) e uma formulação controle, sendo submetidas aos métodos de cocção aplicados no preparo doméstico. Os produtos submetidos ao forno convencional e forno de microondas apresentaram as maiores porcentagens de umidade. A menor porcentagem de lipídeos foi observada pelas amostras submetidas ao forno convencional. Na cor objetiva verificou-se que as amostras com 15% de cereais nos três métodos de cocção apresentaram menores valores de luminosidade. As formulações submetidas ao cozimento em microondas apresentaram menores valores de força de cisalhamento. No teste de aceitação sensorial, as menores notas em todos os atributos foram atribuídas para as formulações submetidas ao forno microondas. Estes resultados demonstram que o método de cocção em forno microondas influencia drasticamente a características de qualidade dos empanados de frango com e sem adição de cereais integrais .

Palavras-chave: nuggets, grãos, flocos, farelos, farinha, fritura em óleo, forno convencional, microondas

Influence of method of cooking in breaded restructured meat products added of blends of cereals: physicochemical properties and sensory acceptance

ABSTRACT

There is a tendency to reduce the lipid content in meat breaded and fried, by substituting ingredients or new processes. This experiment aimed to compare the influence of cooking methods, frying in oil, conventional oven and microwave, on the physico-chemical and sensory acceptance of breaded meat products with an added blend of cereals. Breaded meat products were processed with 15% blends of cereals (5% blend of grains whole, 5% blend of flour / bran and 5% blend of flakes) and a control formulation, being subjected to cooking methods applied to prepare domestic. The products subject to the conventional oven and microwave oven had higher percentages of moisture. The smallest percentage of lipids was observed for samples subjected to conventional furnace. In color the found that the samples with grain 15% in the three cooking methods had lower levels of brightness. The formulations subjected to microwave cooking had lower values of shear force. In the test of acceptability and lower scores on all attributes assigned to the formulations subjected to the microwave oven. These results demonstrate that the method of cooking in the microwave drastically influence the quality characteristics of breaded chicken with and without addition of cereals.

Keywords: nuggets, grain whole, flakes, bran, flour, cooking methods, frying in oil, conventional oven, microwave

1. INTRODUÇÃO

Produtos cárneos empanados possuem destaque no segmento de refeições rápidas em função de sua praticidade e conveniência. Embora os consumidores saibam que a cocção em óleo (fritura) resulte em alimentos com maior percentual de gordura, ainda é o processo mais utilizado no preparo de certos produtos devido à sua rapidez e às desejáveis características sensoriais dos produtos fritos. Entretanto, tem sido amplamente comprovado que o excesso de gordura está correlacionado com o aumento de colesterol sanguíneo, alta pressão arterial e com doenças cardiovasculares (ALBERT & MITTAL, 2002). Reformular produtos empanados para buscar alternativas à fritura é, portanto, uma necessidade para o segmento.

Segundo Ordóñez (2005), o processo de elaboração dos produtos cárneos empanados implica, fundamentalmente nas operações de redução de tamanho (moagem), mistura, moldagem, recobrimento através de um sistema de cobertura específico, fritura, cozimento e congelamento.

Os sistemas de empanamento tradicionais são compostos de pré-enfarinhamento (*predust*), líquido ou solução de empanamento (*batter*) e farinhas de cobertura (farinhas de pão ou rosca, *breaders / breadings*). A ordem de adição e utilização destes componentes pode variar, ou seja, não há uma ordem correta e nem sempre são usados todos estes componentes (BORTOLUZZI, 2006; GL, 2002; UEMURA; LUZ, 2003).

A etapa seguinte ao sistema de coberturas no processamento de produtos empanados é a pré-fritura e consiste na imersão do produto em óleo, sob altas temperaturas (180-200°C), por um curto período de tempo (20 a 35s). Este tempo de passagem é variável de acordo com a matéria-prima utilizada. Esta operação fixa a cobertura, contribui para o desenvolvimento da cor, retira a umidade, inibindo parcialmente da desidratação do produto pelo frio e proporciona absorção de óleo (GL, 2002).

O processo de pré-fritura é realizado na indústria com o auxílio de equipamentos contínuos e tem como objetivo realizar o cozimento parcial pela imersão em óleo, preservar sua forma, assegurar a aderência da farinha de cobertura e proporcionar uma textura típica crocante do produto (MOURA et al., 2006).

Alimentos submetidos ao processo de fritura apresentam características sensoriais muito agradáveis, uma vez que o óleo é introduzido no produto, ocupando parte do espaço deixado pela água. O óleo na fritura apresenta dupla função: atua como um meio transmissor de calor e configura-se como um novo ingrediente do produto frito ao ser absorvido pelo mesmo (CELLA et al., 2002; DEL RÉ, 2003; POZO-DÍEZ, 1995). Assim, como resultado da fritura, transformações são verificadas nas propriedades físico-químicas e sensoriais do alimento. Os produtos se tornam crocantes e mais agradáveis em sua textura ao serem ingeridos. O processo de fritura também confere ao alimento cor dourada, brilhante e uniforme, melhorando sua apresentação e aumentando sabores e aromas, devido ao próprio óleo ou ao desenvolvimento de novos compostos.

A conservação dos produtos submetidos à fritura prolonga sua vida útil pela destruição de microrganismos e enzimas presentes nos alimentos. Também sua palatabilidade é aumentada como consequência da perda de umidade e ganho de gordura (BLUMENTHAL, 1996; GUILLAUMIN, 1988). No entanto, o processo de fritura aumenta a quantidade de óleo no alimento tornando-o, assim, uma fonte mais concentrada de energia. Este fato isolado é benéfico, assim como a melhoria da qualidade sensorial do alimento. A soma destes dois fatores leva a um maior consumo de calorias na dieta e, conseqüentemente, a um aumento do peso corpóreo, o que sob alguns aspectos pode ser indesejável (BERGER, 1994).

Nesse contexto, um dos problemas associados ao consumo de empanados é a elevada quantidade de óleo absorvido durante a pré-fritura e fritura, o mais comum dos métodos de preparação. Atualmente, existe uma demanda para reduzir o teor de lipídeos nestes produtos, com alterações nos ingredientes das formulações através de componentes substitutos ou novos métodos de processo

para evitar uma das etapas de fritura (ALTUNAKAR et al., 2004; MELLEMA, 2003; SALVADOR, SANZ e FISZMAN, 2005). Além do aspecto nutricional, outra crescente tendência em gastar menos tempo na preparação de alimentos levou a um amplo desenvolvimento de alimentos "pronto para o consumo", congelados ou refrigerados e aquecidos por microondas. No entanto, significativas diferenças sensoriais aparecem quando os produtos congelados são submetidos aos diferentes métodos de cocção final como fritura, forno ou microondas, principalmente aqueles submetidos ao processo de microondas, que tendem a ser excessivamente úmidos (LENCHIN & BELL, 1987).

Antonova et al. (2004), encontraram diferenças significativas na crocância sensorial em empanados de frango cozidos. As amostras fritas apresentaram significativamente mais crocância do que os empanados de frango cozido em qualquer forno de convecção ou forno de microondas.

A cocção é um processo que compreende diferentes reações físico-químicas e estruturais dos componentes dos alimentos resultantes do efeito do calor. Esse processo altera a estrutura física dos alimentos, melhorando a palatabilidade e a digestibilidade (TSCHEUSCHNER, 2001). O aquecimento é resultado do aporte de energia ao sistema, decorrente da transferência de calor (GIRARD, 1991). Nos diferentes métodos de cozimento, as formas de transferência de calor, a temperatura, a duração do processo, e o meio de cocção são alguns dos fatores responsáveis pelas alterações químicas e físicas que podem modificar o valor nutricional e sensorial dos alimentos (GARCIA-ARIAS et al., 2003; POTTER & HOTCHKISS, 1995).

O processamento em forno de microondas é um estabelecido método de cozimento ou aquecimento de alimentos, devido à sua rapidez. Todavia, os produtos empanados pré-cozidos em fornos de microondas tendem a ser excessivamente flácidos e úmidos, porque neste tipo de cocção o aquecimento das partículas de água é realizado do interior para o exterior do alimento.

Há uma necessidade de maior investigação focada no desenvolvimento de formulações e condições de processos que não alterem as características

sensoriais destes produtos e que ao mesmo tempo proporcionem benefícios a saúde dos consumidores.

2. OBJETIVO

Estudar a influência dos métodos de cocção (fritura em óleo, forno convencional e forno microondas) sobre as propriedades físico-químicas e aceitação sensorial de empanados de frango adicionados de sete tipos de cereais integrais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Elaboração de reestruturado cárneo empanado com adição de *blends* de cereais integrais.

Os grãos de cereais integrais foram obtidos de fornecedores com garantia de qualidade assegurada com rigorosa observação sobre aspectos relacionados ao prazo de validade, condições de embalagem e aspectos higiênico sanitários globais dos estabelecimentos fornecedores.

3.1.1. Seleção de cereais

Através de estudos preliminares foram selecionados diferentes matérias primas derivadas de cereais para composição de *blends* a serem utilizados como ingredientes não cárneos em produtos cárneos reestruturados empanados.

Os *blends* utilizados foram assim compostos:

Tabela 1. Formulação dos *blends*.

blend 1		blend 2		blend 3	
Grãos	%	Farinha/Farelos	%	Flocos	%
Semente de linhaça marrom	60	Farinha de trigo integral	40	Flocos de arroz integral	40
Grão de quinoa negra	40	Farelo de aveia	30	Flocos cevada	60
		Farelo de centeio	30		

Após a seleção foi processada uma formulação de produtos reestruturados cárneos empanados (*nuggets*) com 15% *blends* composto de 7 tipos de cereais integrais (5% *blend* de grãos, 5% *blend* de farinha/farelos e 5% de flocos) e uma formulação controle. Todos os ingredientes foram adicionados em mesma quantidade, exceto o teor do *blend* de cereais e carne proporcionalmente, conforme especificado na Tabela 2.

Estudos anteriores respaldaram o elevado teor de grãos adicionados ao produto cárneo reestruturado empanado de frango após verificar-se previamente a elevada aceitação desse nível.

Tabela 2. Formulação do reestruturado de frango empanado adicionados de elevado teor de *blend* de cereais e formulação controle (%).

Ingredientes	Controle	15% de <i>blends</i>
Peito de frango	79%	64,0%
Pele de frango	10%	10%
H ₂ O	8%	8%
Sal	1,10%	1,10%
Proteína de soja texturizada	1%	1%
Tripolifosfato de sódio	0,30%	0,30%
Eritorbato de sódio	0,25%	0,25%
Cebola desidratada em pó	0,17%	0,17%
Alho desidratado em pó	0,14%	0,14%
Pimenta branca	0,04%	0,04%
<i>blend</i> de Cereais	0%	15,0%
Total	100%	100%

Blend de Cereais: (5%grãos:semente de linhaça marrom e grão de quinoa negra) + (5% farinha/farelos: farinha de trigo integral, farelo de aveia, farelo de centeio) + (5%flocos: flocos de arroz integral e flocos de cevada)

3.2 Processamento do reestruturado de frango empanado

A matéria-prima carne (peito de frango) congelada foi moída em moedor (marca HERMANN), em discos de 6 mm, enquanto a pele congelada moída em discos de 3 mm. Após o processo de moagem, a carne foi processada em misturadeira (marca CAF, modelo M-60I) juntamente com os demais ingredientes, por um período de 8 min. Em seguida, a massa foi moldada na forma final dos reestruturado de frango empanado em formadora (marca HOLLYMATIC). Após a moldagem, os produtos seguiram para a linha de empanamento e pré-fritura (marca STEIN), que contou com as seguintes etapas: primeiramente foram passados em *predust*, (marca KERRY PDA66-TC), para serem, em seguida, imersos em *batter* (KERRY BMA91). Para cobertura final, utilizou-se CRUMB SUPREMA SA 2000, (KERRY). Os reestruturados empanados sofreram uma pré-fritura em óleo de palma (AGROPALMA) a 180°C durante aproximadamente 30 segundos. Após a pré-fritura, os produtos foram congelados, embalados em embalagens a vácuo e armazenados a - 18 °C, para posterior avaliação físico-química e sensorial.

3.3 Métodos de cocção

Os empanados congelados foram pesados e submetidos aos métodos de cocção:

a) Forno convencional elétrico (Onyx 1,75, marca Layr): os empanados foram dispostos em forma de alumínio e assados em forno elétrico, a temperatura de 225°C, monitorando o tempo do processo mediante emprego de um termopar até os empanados atingirem 76°C no seu centro térmico (em geral 15 minutos), sendo virados na metade do tempo.

b) Forno microondas: Os empanados foram colocados em microondas (marca Electrolux), na potência 60 durante 1,15 minutos. Nessas condições, a temperatura interna do produto foi 78°C.

c) Fritura em óleo: As amostras foram fritas a 185°C por 3,15 minutos em fritadeira elétrica comercial, (marca Craydon). A temperatura interna do produto foi 82°C.

A Figura 1 a seguir apresenta os equipamentos utilizados para os diferentes métodos de cocção dos produtos empanados.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1. Equipamento utilizados no processo de cocção dos produtos empanados – (a) forno elétrico convencional (b) forno microondas (c) fritadeira elétrica e (d) cesta com produtos pré-fritos.

3.4. Análises realizadas

As seguintes análises foram realizadas nas amostras de cada formulação:

3.4.1 Teor de umidade

O teor de umidade foi realizado em triplicata no produto pré-frito e frito, segundo AOAC (1995).

3.4.2 Teor de lipídios

O teor de lipídios nos empanados pré-frios e fritos foi determinada pelo método de SOXHLET conforme AOAC (1995).

3.4.3 Determinação de textura

A textura dos produtos foi medida através da força de cisalhamento, em texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System, Surrey, England) equipado com cela Warner bratzler (HDP/BSG, tipo guilhotina), célula de carga de 25 Kg, velocidades de deslocamento 10 mm/s, e distância de 30 mm (para cortar completamente a amostra), conforme Figura 2. O programa Texture Expert Exceed, versão 2.5, foi usado na coleta dos dados utilizando-se 10 medidas para cada método de cocção.



(a)



(b)

Figura 2. Análise de Textura – (a) amostra no momento da análise (b) produtos submetidos ao microondas: formulação controle na parte superior e formulação com 15% de *blends* de cereais na parte inferior da foto.

3.4.4 Determinação de cor

Para esta análise, utilizaram-se cinco reestruturados empanados para cada método de cocção. Foram realizadas 20 leituras para cada ensaio. Cada leitura foi resultado da média de quatro pontos distintos, dois de cada lado do produto. A cor objetiva foi determinada utilizando-se um colorímetro, modelo COLOR QUEST II (HUNTERLAB), conforme Figura 3. A determinação baseou-se nos sistemas CIEL*C*h, C* indica cromaticidade e h o ângulo de tonalidade, representação em coordenadas polares do sistema L*a*b*. No sistema CIEL*a*b*, L* indica luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco); enquanto a* e b* representam as coordenadas de cromaticidade, sendo que +a* indica tendência para o vermelho e -a* tendência para o verde; +b* indica tendência para o amarelo e -b* tendência para o azul, em coordenadas cartesianas. Sendo iluminante D65, ângulo de visão de 10°, calibração "Reflectance Specular Included" (RSIN). Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.



(a)



(b)

Figura 3. Análise de cor – (a) amostra no momento da leitura (b) da esquerda para a direita, produto submetidos ao processo de fritura, microndas e forno, formulação controle na parte inferior e formulação com 15% de *blends* de cereais na parte superior da foto.

3.4.5 Análise sensorial

Foi conduzido o teste de aceitabilidade, com as formulações dos reestruturados empanados de frango adicionados de cereais e a formulação controle em 3 tipos de métodos de cocção (forno, microondas e fritura), totalizando 6 amostras. Quarenta e oito consumidores de carne foram recrutados de forma aleatória na Universidade Estadual de Campinas pra participar do estudo. Os consumidores foram instruídos para avaliar os produtos quanto ao aroma, cor externa, cor interna, sabor, textura e crocância, utilizando escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo) (VILLANUEVA & DA SILVA, 2009). Adicionalmente, avaliaram a aceitação do produto e a intenção de compra em uma escala tipo binomial (sim/não) (SOLER,2005), conforme Figura 4. Antes da execução do teste, todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido. Entre a degustação de cada amostra, foi solicitado que os provadores comessem biscoito cream-craker e água. Os efeitos *first-order* e *carry-over* foram balanceados através de delineamento próprio (MACFIE et al., 1989). As amostras foram servidas em copo plástico, identificado com números de três dígitos. Todas as análises sensoriais foram realizadas em cabines individuais, com temperatura e umidade controlada, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP. O teste foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, recebendo parecer número 277/2009.

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____
 Email: _____ Dep: _____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas de *Nuggets* de frango e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma nos atributos abaixo:

9 – gostei muitíssimo
 8 – gostei muito
 7 – gostei moderadamente
 6 – gostei ligeiramente
 5 – nem gostei / nem desgostei
 4 – desgostei ligeiramente
 3 – desgostei moderadamente
 2 – desgostei muito
 1 – desgostei muitíssimo

	AROMA	SABOR	TEXTURA	APARÊNCIA	CROCÂNCIA
AMOSTRA	valor	valor	valor	valor	Valor
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

2. Por favor, com relação a cada amostra, indique se você GOSTOU ou NÃO GOSTOU, de um modo geral. Responda **SIM**, caso você tenha gostado da amostra ou **NÃO** caso você não tenha gostado a amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()

3. Por favor, com relação a cada amostra, indique qual seria sua INTENÇÃO DE COMPRA. Responda **SIM**, caso você comprasse a amostra ou **NÃO** caso você não comprasse a amostra.

Amostra

_____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()
 _____ SIM () NÃO ()

4. Comente o que você mais gostou e menos gostou das amostras DE UM MODO GERAL:

MAIS GOSTOU: _____

MENOS GOSTOU: _____

Figura 4. Ficha utilizada pra teste de escala hedônica

3.4.6. Análise estatística

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata,. Os resultados, incluindo os dados experimentais da análise sensorial, foram tratados por análise de variância (ANOVA), para verificar se as amostras foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). A comparação de medias foi realizada pelo teste de Tukey sendo a diferença mínima estabelecida ao nível de 5% de significância. Os cálculos foram realizados através do software STATISTICA 5.5 para Windows (STATSOFT Inc., 2000).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos métodos de Cocção

4.1 Teor de umidade

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados do teor de umidade e porcentagem de perda de umidade dos empanados com e sem adição do blends de cereais submetidos aos três métodos de cocção. De uma maneira geral, os empanados submetidos a diferentes procedimentos de cozimento apresentaram diferenças significativas no teor de umidade e na porcentagem de perdas. Pode-se observar que a formulação controle teve maior porcentagem de perda de umidade, com diferença significativa ($p < 0,05$) para os três métodos de cocção. Esse resultado já era esperado, uma vez que, a adição de cereais integrais na massa cárnea aumenta a capacidade de retenção de água do produto.

Comparando os três métodos de cocção, verificou-se que a maior porcentagem de perda ocorreu para os empanados submetidos ao processo de fritura. Já para os produtos submetidos ao forno convencional e forno de microondas, registraram-se as menores porcentagens de perda de umidade. Os empanados aquecidos em forno de microondas tiveram uma quantidade variável de evaporação da água interna, devido ao aumento da energia térmica. A umidade

atinge a superfície, que é cercado com ar frio, causando umidificação da superfície.

Tabela 3. Teor de umidade (%) dos reestruturados empanados com 0% e 15% de *blend* de cereais submetidos aos diferentes métodos de cocção.

Métodos de cocção	Formulação controle (0% cereais)		
	Após pré-fritura (%) [*]	Após Cocção (%)	Perda de umidade (%)
Fritura	56,40	45,43 ^{cd}	10,97 ^a
Forno	56,40	49,88 ^b	6,52 ^{bc}
Microondas	56,40	53,35 ^a	3,05 ^d
	Formulação com <i>blend</i> (15% cereais)		
	Após pré-fritura (%) [*]	Após Cocção (%)	Perda de umidade (%)
Fritura	49,17	40,69 ^e	8,47 ^b
Forno	49,17	43,76 ^d	5,40 ^c
Microondas	49,17	46,55 ^c	2,62 ^d

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey)

^{*}valor médio da triplicada da formulação após etapa de pré-fritura, que posteriormente foram submetidos aos métodos de cozimento: fritura em óleo, forno elétrico convencional e forno microondas.

A superfície dos produtos assados e fritos resulta das mudanças ocorridas no processo de cozimento, onde a perda de umidade é mais extrema no exterior das camadas. Portanto, as regiões do interior tornam-se mais úmidas e do exterior mais crocantes (LING et al., 1998; LUYTEN et al., 2004).

4.2 Teor de lipídios

Conforme observado na Tabela 4, a adição de cereais integrais resultou em diferenças significativas no teor de lipídeos, com valores relativamente mais baixos de absorção de óleo para os empanados pré-fritos e fritos e valores mais altos de porcentagem perda de óleo nos produtos assados em forno convencional e microondas do que a formulação controle. Esses dados demonstram, que a incorporação de cereais integrais na formulação dos reestruturados empanados

influenciou a porcentagem de absorção de óleo durante o processo de fritura submersa.

Tabela 4. Teor de lipídios dos produtos reestruturados empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção:

Métodos de cocção	Formulação controle (0% cereais)	
	Após pré-fritura (%)	Após cocção (%)
Fritura	35,13	39,27 ^a
Forno	35,13	27,23 ^{bc}
Microondas	35,13	28,97 ^b
	Formulação com <i>blend</i> (15% cereais)	
	Após pré-fritura (%)	Após cocção (%)
Fritura	26,94	29,98 ^b
Forno	26,94	19,24 ^d
Microondas	26,94	22,49 ^{cd}

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey)

Em relação aos métodos de cocção, verificou-se que tanto a formulação controle como a formulação com 15% de cereais não apresentaram diferença significativa entre o forno convencional e o forno microondas, apresentando resíduo de óleo na bandeja de aquecimento.

As amostras fritas submersas em óleo apresentaram maior quantidade de lipídeos final, devido à adicional absorção de óleo durante o processo de fritura. Antonova et al. (2003), obtiveram resultados semelhantes em empanados que foram fritos, cozidos em forno e microondas, em seguida, colocados sob uma lâmpada de calor para manter a crocância. As amostras cozidas no microondas apresentaram o menor teor de gordura presente na superfície dos produtos e os empanados fritos o mais alto valor de lipídeos.

Diaz et al. (1999) e Gamble et al. (1987), sugeriram que o teor de óleo em nuggets não está diretamente relacionado à temperatura de fritura em si, mas mais intimamente com o teor de umidade final. A umidade perdida durante a fritura é normalmente substituída pela absorção de gordura. Além disso, o equilíbrio entre o óleo e a umidade é muito importante para garantir uma boa aceitação sensorial.

Durante a fritura, a umidade é um fator determinante na absorção de óleo. A perda da umidade cria cavidades ou poros, bem como passagens nos alimentos. Estas cavidades são conhecidas como poros capilares e através deles o óleo penetra durante a fritura. Assim, alimentos com alta umidade normalmente resultam em uma maior retenção de óleo durante o processo de fritura processo (DIAZ et al., 1999).

4.3 Determinação de cor

A influência da adição de um *blend* composto por sete tipos de cereais, sobre a cor dos empanados de frango foi determinada após cada procedimento de cocção (Forno convencional, Fritura e Microondas) através dos parâmetros para luminosidade (L*), vermelho (a*), amarelo (b*), croma (C*) e ângulo de tonalidade (h). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Avaliação da cor objetiva dos reestruturados empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção:

Métodos de cocção	Formulação controle (0% cereais)				
	L*	a*	b*	C*	h
Forno	65,65 ^b	7,44 ^c	26,37 ^a	27,40 ^b	74,22 ^a
Microondas	68,8 ^a	6,59 ^{cd}	26,86 ^a	27,65 ^b	76,19 ^b
Fritura	55,94 ^d	14,12 ^a	26,91 ^a	30,39 ^a	62,24 ^c
	Formulação com blend (15% cereais)				
	L*	a*	b*	C*	h
Forno	62,10 ^c	5,95 ^d	23,03 ^b	23,78 ^d	75,51 ^{ab}
Microondas	65,09 ^b	5,05 ^{ed}	23,42 ^b	23,95 ^{cd}	77,81 ^b
Fritura	52,48 ^e	12,64 ^b	22,04 ^b	25,4 ^c	60,11 ^c

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey).

Os valores de L^* (luminosidade) e h (ângulo de tonalidade) foram maiores nas formulações submetidas ao processo de cocção em microondas, exibindo cores mais claras, praticamente idênticas às que tinham adquirido durante a pré-fritura.

Ao examinar o efeito dos métodos de cocção, as amostras submetidas ao processo de fritura apresentaram maior grau de saturação (croma) que as outras amostras e um ângulo de tonalidade (h) de $60,11^\circ$ a $62,24^\circ$, indicando que as amostras oscilaram entre o quadrante do laranja e o amarelo, apresentam uma coloração laranja mais saturada, como esperado, já que a crosta exterior adquire o escuro típico dourado cor causada pelas reações de Maillard em altas temperaturas.

Ao analisar os efeitos da adição de 15% de sete tipos diferentes de cereais integrais em cada método de cocção, verificou-se que houve diferença significativa nos parâmetros estudados (L^* , a^* e b^*). Para o valor L , os efeitos observados foram: maior luminosidade para a formulação controle sem adição de cereais nos três métodos de cocção e redução para as amostras com adição de *blends* de cereais. A adição de cereais interferiu na intensidade de vermelho da crosta, sendo o valor de a^* (vermelho) maior para as formulações controle. A incorporação de cereais também diminuiu a intensidade da cor amarela (b^*) e o croma (C^*) das amostras independente dos métodos de cocção. Estes resultados demonstram que a adição de um *blend* com sete tipos de cereais integrais interfere na cor externa dos empanados promovendo uma relação entre o interior da interface substrato/revestimento.

O *blend* de cereais integrais contém ingredientes que possuem certas quantidades de proteínas e amidos. Em geral, a adição de proteínas, acelera o escurecimento da massa durante a fritura, valor L^* (luminosidade), devido ao aumento nos grupos aminas envolvidos em reações de Maillard. O alto teor de proteína das farinhas utilizadas tem sido associadas com alimentos empanados com maior índice de crocância e cor mais escura (OLEWINIK & KULP, 1993).

Portanto, a influência dos cereais sobre a cor pode variar de acordo com o procedimento de cocção. Os resultados obtidos neste estudo para os empanados de frango adicionados de cereais integrais pode ser devido ao complexo químico entre os dos componentes da massa de frango, do *blend* e da massa de cobertura (empanamento).

Segundo Carabasa e Ibarz (2000), a diminuição de L*, e aumento do a*, levam ao escurecimento dos produtos que pode ser atribuído à reação de Maillard e a alta temperatura de fritura. Sendo que a taxa da reação de Maillard depende de seu ambiente químico, como atividade de água, pH, composição química dos alimentos e da temperatura da reação.

4.4 Determinação de textura

A estrutura, as diferenças morfológicas e de composição entre as camadas da estrutura do empanado de frango com cereais torna difícil avaliar a textura deste tipo de produto como uma propriedade funcional homogênea. Em parte, isso se deve à estrutura de ambas as camadas empilhadas juntas, as quais são essenciais para a compreensão da textura do todo (VARELA et al.,2008). A força de cisalhamento foi adotada para avaliar a textura das amostras. Os valores da força de cisalhamento estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de força de cisalhamento dos reestruturados empanados com adição de *blends* de cereais nos diferentes métodos de cocção.

Métodos de cocção	Kgf
	Formulação controle (0% cereais)
Forno	2971,855 ^a
Microondas	2419,333 ^a
Fritura	2587,301 ^a
	Formulação com <i>blend</i> (15% cereais)
	Forno
	2747,993 ^a
	Microondas
	2418,433 ^a
	Fritura
	2564,314 ^a

^{a,b,c,d,e} médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey).

Analisando os dados de textura, apresentados na Tabela 6, verifica-se que não houve diferença significativa entre o controle e os empanados com 15% de *blends* de cereais integrais. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que a força de cisalhamento é certamente o resultado do comportamento mecânico da cobertura externa do produto (superfície), mostrando que a adição de grãos inteiros na massa cárnea não interferiu na textura final do produto.

As diferenças morfológicas, mecânicas e de composição entre as camadas da estrutura do empanamento torna difícil avaliar a textura deste tipo de alimento. Suderman (1983) e Loewe (1993) relacionaram as alterações da textura com a perda de umidade, proteína desnaturação e gelatinização do amido.

Contudo, ao se comparar os três métodos de cocção verifica-se que as amostras submetidas ao processo de microondas apresentaram menores valores de força de cisalhamento em sua ruptura (Tabela 6). Esse fato está relacionado às menores perdas por cocção, resultando em produtos mais suculentos (maiores teores de umidade e gordura). Os maiores teores de umidade são apresentados na Tabela 3. Observou-se que os produtos aquecidos em microondas não apresentaram crocância, demonstrando que a umidade interna passou para a camada externa do produto.

4.5 Análise sensorial

A média das notas obtidas no teste de aceitação sensorial dos empanados com adição cereais nos diferentes métodos de cocção está apresentada na Tabela 7. Na seqüência, serão discutidos os resultados para cada atributo.

Tabela 7. Análise sensorial dos reestruturados empanados com adição de cereais nos diferentes métodos de cocção.

Métodos de cocção	aroma	cor externa	cor interna	sabor	textura	crocância
Formulação controle (0% cereais)						
Forno	6,78 ^{ab}	6,57 ^{bc}	6,87 ^{ac}	7,46 ^{ab}	7,33 ^a	6,89 ^b
Microondas	6,22 ^{ab}	5,72 ^c	6,61 ^{cd}	6,54 ^b	5,43 ^b	3,87 ^c
Fritura	7,07 ^a	8,02 ^a	7,65 ^a	8,00 ^a	7,76 ^a	7,93 ^a
Formulação com <i>blend</i> (15% cereais)						
Forno	6,36 ^{ab}	6,4 ^{bc}	5,6 ^{db}	6,5 ^b	6,9 ^a	7,1 ^{ab}
Microondas	5,93 ^b	4,61 ^d	4,83 ^b	4,89 ^c	4,39 ^c	3,17 ^c
Fritura	6,95 ^a	7,3 ^{ab}	6,3 ^{cd}	7,2 ^{ab}	7,8 ^a	8,1 ^a

a,b,c,d,e médias da mesma coluna com letras iguais não diferem significativamente a $p < 0,05$ (Teste Tukey).

Aroma

A menor média apresentada pelos provadores para o atributo aroma, 5,93 (entre nem gostei/nem desgostei a gostei ligeiramente) foi para a amostra submetida ao processo de cocção em microondas com 15% de cereais, diferindo estatisticamente dos produtos submetidos ao processo de fritura com média entre 6,95 a 7,07 (gostei moderadamente).

As amostras que sofreram o processo de cocção em forno convencional e fritura, tanto para os empanados com e sem adição de cereais, não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para o atributo aroma.

Cor externa

Para o atributo cor externa as piores médias foram atribuídas para os empanados cozidos em microondas com 15% de cereais, 4,61 (desgostei ligeiramente) e as melhores para os empanados fritos sem adição de cereais 8,02 (gostei muito). Correlacionando com a análise objetiva de cor verificou-se que os menores valores para o croma (intensidade) foram para os empanados em microondas com 15% e as maiores para os empanados fritos com 0% de cereais,

23,95 e 30,39, respectivamente. Esses dados demonstram que os consumidores preferem as amostras com maior saturação de laranja tendendo para o amarelo saturado, que conferem aos empanados uma cor mais escura.

Cor interna

Com relação à cor interna, as menores notas atribuídas, pelos provadores, foram para as formulações com 15% de cereais para os três processos de cocção. Os reestruturados empanados com 15% submetidos ao microondas, com média 4,83 diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) dos empanados fritos sem adição de cereais, com media 7,65. A incorporação de cereais influenciou diretamente para abaixar as notas da cor interna.

Sabor

Com as notas atribuídas para o quesito sabor dos produtos, verificou-se que os empanados cozidos em microondas tiveram as menores notas, com média 4,85 e 6,54, para os empanados com e sem cereais, respectivamente. Os empanados fritos e assados obtiveram as melhores médias tanto para os produtos com e sem adição de cereais, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. Esses dados demonstram que a adição de cereais não interferiu no sabor dos produtos fritos e assados, ficando na escala do gostei moderadamente ao gostei muito.

Textura

Para o atributo textura, os empanados fritos e assados em forno convencional com e sem incorporação de cereais não apresentaram diferença

significativa ($p < 0,05$), pelos provadores, ficando na escala do gostei moderadamente. Os empanados submetidos ao processo em microondas com e sem adição de cereais tiveram as menores médias, assim como as médias da força de cisalhamento para estas amostras apresentadas na Tabela 6.

Crocância

Houve diferenças significativas na crocância sensorial dos empanados, as amostras submetidas ao processo em microondas tiveram notas significativamente inferiores, na escala do desgostei moderadamente, aos dos empanados cozidos em forno convencional ou fritos.

Antonova et al. (2004), também encontraram diferenças significativas na crocância sensorial de empanados de frango, onde a crocância das amostras fritas foram significativamente mais nítidas do que dos reestruturados empanados de frango cozidos em forno de convecção ou forno de microondas.

O aumento no conteúdo de água provoca um aumento na mobilidade das macromoléculas, diminuindo a temperatura de transição vítrea e a rigidez do produto, aumentando a energia de dissipação diminuindo assim a velocidade da fratura da crosta, e a percepção de crocância (LUYTEN et al., 2004).

A formação da crosta também depende de outros fenômenos físicos e químicos além da migração de água durante o cozimento. Processos físicos, como a migração do óleo de fritura para o produto (no caso de fritura) ou gordura do produto para o exterior também influenciam plastificação e estão relacionadas com a perda de umidade. As alterações químicas incluem a desnaturação de proteínas (já ocorrendo em temperaturas inferiores a 100°C), escurecimento não enzimático (Maillard) e caramelização de açúcares, pirólise e oxidação de composto e reação mais importante no processo de formação da crosta, a gelatinização do amido (POKORNY, 1999).

Aceitação e intenção de compra dos nuggets com cereais

Com o objetivo de avaliar a primeira impressão de um produto diferenciado e novo no mercado, conduziu-se em conjunto com análise sensorial a aceitação (gostou sim ou não) e intenção de compra (compraria ou não compraria) dos produtos em três diferentes métodos de preparo final pelos consumidores, realizada com 48 provadores, entre alunos e funcionários da Unicamp. O histograma referente a aceitação atribuída pelos provadores encontra-se nas Figuras 5 e 6.

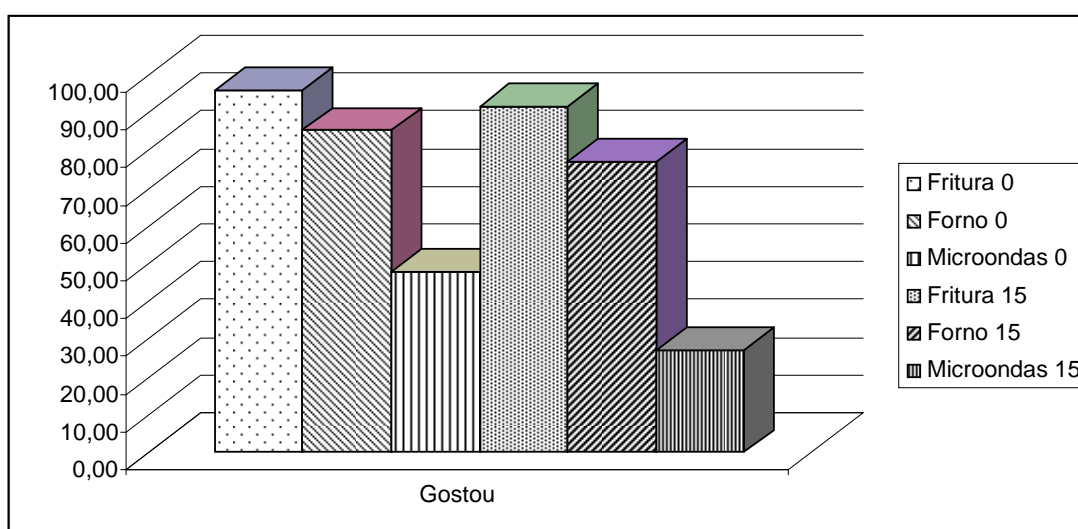


Figura 5 - Histograma da porcentagem de aceitação global para os reestruturados empanados com adição de cereais de acordo com os métodos de cocção.

De acordo com a Figura 5, os empanados com 0% e 15% assados em forno convencional tiveram aceitação acima de 77% e os empanados fritos apresentaram mais de 91% de aceitação pelos consumidores. Já os empanados com 0% e 15% tiveram uma baixa aceitação de 47% e 27%, respectivamente quando submetidos ao processo de cocção em microondas. Isto indica que o consumidor ainda prefere o sistema de fritura para o preparado do produto final, não descartando a possibilidade do preparo em forno convencional.

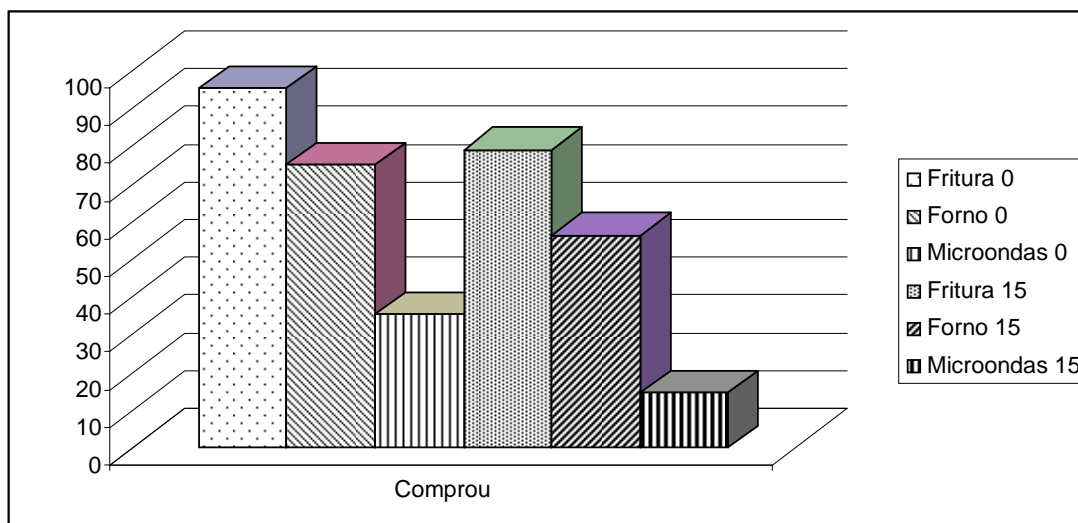


Figura 6. Histograma da porcentagem de intenção de compra para os reestruturados empanados com adição de cereais de acordo com os métodos de cocção.

A porcentagem de intenção de compra mostrada na Figura 6, apresentou uma variação entre 15% a 95%, sendo que a menor porcentagem foi para os empanados com 15% de cereais assados em microondas. Os empanados com 15% de cereais tiveram maior porcentagem de intenção de compra quando submetidos ao processo de fritura.

5.CONCLUSÕES

A utilização de cereais integrais nas formulações de produtos empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção causou pouca alteração nas propriedades físico-químicas e sensoriais dos produtos submetidos ao processo de fritura em óleo e forno convencional.

Entretando, os produtos submetidos ao forno microondas com 0% e 15% de cereais integrais, obtiveram os maiores porcentagens de umidade e lipídeos em comparação aos produtos cozidos em forno convencional. Maior grau luminosidade e baixa saturação da cor amarela, menor força de cisalhamento e as piores notas atribuídas pelos provadores em todos os atributos sensoriais, caracterizando em um produto úmido, flácido, claro e sem crocância.

Estes resultados demonstram que o método de cocção em forno microondas influencia drasticamente a características de qualidade dos empanados de frango com e sem adição de cereais integrais.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, S.; MITTAL, G.S. Comparative evaluation of edible coating to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. **Food Research International**, v.35, p. 445, 2002.

ANTONOVA, I., MALLIKARJUNAN, P., & DUNCAN, S. E. Correlating objective measurements of crispness in breaded fried chicken nuggets with sensory crispness. *Journal of Food Science*, 68(4), 1308-1315, 2003.

ANTONOVA, I., MALLIKARJUNAN, P., & DUNCAN, S. E. Sensory assessment of crispness in a breaded fried food held under a heat lamp. *Foodservice Research International*, 14, 189-200, 2004.

ALTUNAKAR, B., SAHIN, S., & SUMNU, G. Functionality of batters containing different starch types for deep fat frying of chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 218, 318-322, 2004.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. v.1, 16th ed. Arlington: AOAC International, 1995.

BORTOLUZZI, R. Empanados. In: R. OLIVO (ed.), *O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango*. Criciúma, Ed. Do Autor, p. 481-494, 2006.

BERGER, K.G. The practice of fryng. **Porim Tchnology**, v. 9, p. 1-34, 1994.

BLUMENTHAL, M.M. Frying technology. In: BAILEY, A.E. **Bailey's industrial oil & fat products**. New York: John Wiley, v. 3, p.429-481, 1996.

CARABASA, M., & IBARZ, A. (2000). Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 44, 81-189.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

DIAZ, A., TRYSTRAM, G., VITRAC, O., DUFOUR, D., & RAOULT-WACK, A. L. (1999). Kinetics of moisture loss and fat absorption during frying for different varieties of plantain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 291-299.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. 2006. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26:56-63.

GAMBLE, M. H., RICE, P., & SELMAN, J. D. (1987). Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from c.v. Record UK tubers. *International Journal of Food Science & Technology*, 22(3), 233-241.

GARCIA-ARIAS, M. T.; PONTES, E. A.; GARCIALINHARES, M. C.; FERNANDEZ, M. C. G.; SANCHEZMUNIZ, F. J. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets: effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. **Food Chemistry**, Great Britain, v. 83, n. 3, p. 349-356, 2003.

GIRARD, J. P. **Tecnologia de la carne y los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1991. 300 p.

GL-LABORATORIES WORLDWIDE. 2002. Guia completo para sistemas de cobertura. Guarulhos, Ed. do Autor, 41 p.

GUILLAUMIN, R. Kinetics of fat penetration in food. In: VARELA, G.; BENDER, A. E.; MORTON, I. A. (Eds.). **Frying foods: principles, changes, new approaches**. Chichester: Ellis Horwood, 1988. p. 82-90.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Ciência de los Alimentos**. 5. ed. Zaragoza: Acribia, 1995. 667 p.

- LENCHIN, J. M., & BELL, H. (1987). Batters containing high amylose flour for microwaveable pre-fried foodstuffs A23L1/00; A23L1/315; A23L1/00; A23L1/315; (IPC1-7): A21D10/00. Assignee: National Starch & Chemical Corp. (US).
- LING, D., GENNADIOS, A., HANNA, M. A., & CUPPET, S. (1998). Quality evaluation of deep-fat fried onion rings. *Journal of Food Quality*, 21,95-105.
- LOEWE, R. (1993). Role of ingredients in batter systems. *Cereal Foods World*, 38(9), 673-677.
- LUYTEN, A., PLIJTER, J. J., & VAN VLIET, T. (2004). Crispy/crunchy crusts of cellular solid foods: A literature review with discussion. *Journal of Texture Studies*, 35, 445-492.
- MACFIE, H.J., BRATCHELL, N., GREENHOFF, K., VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, US, n.4, p.129-148, 1989.
- MELLEMA, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 364-373.
- MOURA, C.P.;TIMPONE, L. T.; BARCARO, P.; LIMA, R.C.A. 2006. Produtos Reestruturados. *Revista Nacional da Carne*, 351(maio):90-96.
- OLEWNIK, M., & KULP, K. (1993). Factors influencing wheat flour performance in batter systems. *Cereal Foods World*, 38(9), 679-684.
- ORDÓÑEZ, J.A. 2005. *Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos*. 1ª ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 293 p.
- POKORNY, J. (1999). Changes of nutrients at frying temperatures. In D. Boskou, & I. Elmadfa (Eds.), *Frying of food* (pp. 69-103).Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc.
- POZO-DÍEZ, R.M. 1995. Estudio del proceso de fritura de alimentos frescos y congelados prefritos: comportamiento del aceite em acido oléico. Alcalá de Henares, Facultad de farmacia Universidad de Alcalá de Hernares, Espanha, 45 p.

SALVADOR, A., SANZ, T., & FISZMAN, S. (2005). Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step. **Food Hydrocolloids**, 19, 703-708.

SUDERMAN, D. R. (1983). Use of batters and breadings on food products: a review. In D. R. Suderman, & F. E. Cunningham (Eds.), *Batter and breading technology*. Westport, Connecticut: Avi Publishing Co.

TSCHEUSCHNER, H. D. **Fundamentos de tecnologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 746 p.

UEMURA, C.H.; LUZ, M.B. Sistemas de cobertura. **Aditivos & Ingredientes**, V. 28, p. 71-74, 2003.

VARELA, P., AGUILERA, J. M., & FISZMAN, S. M. (2007). Quantification of fracture properties and microstructural features of roasted Marcona almonds by image analysis. *LWT*, 20, 311-320.

VILLANUEVA, N.D.M. and DA SILVA, M.A.A.P. Performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Qual. Prefer.* 20, 1-12, 2009.

CONCLUSÃO GERAL

Os diferentes constituintes químicos dos *blends* compostos pelos sete tipos de cereais integrais selecionados apresentaram teores adequados de proteínas, lipídeos e carboidratos e um bom índice de capacidade de retenção de água, permitindo a utilização diferenciada desses cereais pela indústria de alimentos pelo seu potencial tecnológico.

Nos produtos reestruturados empanados fritos para a adição dos *blends* (grãos, farinhas/farelos e flocos) contribuíram para a diminuição do teor de umidade. Os valores de absorção de óleo nos produtos empanados revelaram que a menor absorção de óleo foi para a formulação com 15% *blend*, contendo sete tipos de cereais integrais.

A adição de até 24% de cereais integrais teve um bom desempenho nas análises instrumentais de textura e cor objetiva para os produtos empanados fritos. Sensorialmente os empanados adicionados de sete tipos de cereais integrais apresentaram 97% aceitação e 91% de intenção de compra pelo painel de consumidores, não diferindo da formulação controle.

A utilização de cereais integrais nas formulações de produtos empanados submetidos aos diferentes métodos de cocção causou pouca alteração nas propriedades físico-químicas e sensoriais dos produtos submetidos ao processo de fritura em óleo e forno convencional.

Com isso, este trabalho permitiu o desenvolvimento de um reestruturado de frango empanado com alto teor de sete tipos de cereais integrais (grãos inteiros, farinhas, farelos e flocos), mantendo-se as suas qualidades tecnológicas e características sensoriais, indicado para consumidores que procuram alimentos mais saudáveis.